

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

Offenlegungsschrift

(10) DE 43 15 074 A 1

(51) Int. Cl. 5:

C 02 F 11/12

B 04 B 1/20

DE 43 15 074 A 1

(21) Aktenzeichen: P 43 15 074.8

(22) Anmeldetag: 6. 5. 93

(23) Offenlegungstag: 10. 11. 94

(71) Anmelder:

Baumann-Schilp, Lucia, 82237 Wörthsee, DE

(74) Vertreter:

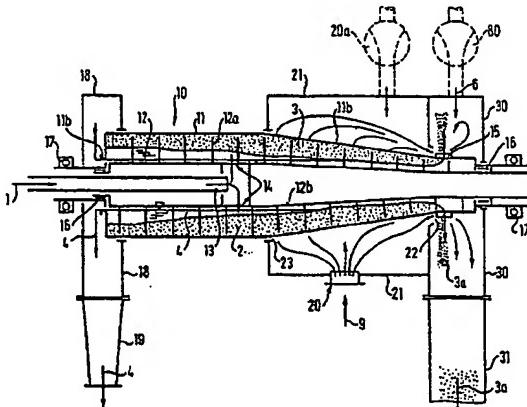
Konle, T., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 81247 München

(72) Erfinder:

Rumocki, Andrzej, Dr.-Ing., Aleksandrow, PL

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Entwässern von Schlämmen

(55) Um bei Klärschlamm einen höheren Trockensubstanzgehalt mit im Vergleich zu Langzeitrocknern geringeren apparativen und energetischen Aufwand zu erzielen, wird vorgeschlagen, den Klärschlamm innerhalb einer herkömmlichen Klärschlammzentrifuge in einem Bereich zwischen Eintragszone und Abwurffuge von außen zu erwärmen. Die Schlammtemperatur innerhalb der Zentrifuge und die Größe der mechanischen Belastung der organischen Zellen des Schlammes innerhalb der Zentrifuge werden derart aufeinander abgestimmt, daß sich einerseits die Viskosität des in Feststoffkapillaren des Schlamm gespeicherten Kapillarwassers durch die Erwärmung verringert und andererseits die mit Zellwasser gefüllten organischen Zellen des erwärmten Schlammes noch geschlossen bleiben.



Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff der nebengeordneten Ansprüche 1 und 24 sowie auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß dem Oberbegriff der nebengeordneten Ansprüche 35 und 43.

Bei bekannten Anlagen zum Entwässern von Schlämmen aus Kläranlagen wird dem Klärschlamm mittels einer Vollmantelzentrifuge, einer Kammerfilterpresse oder einer Siebbandpresse mechanisch ein Teil des darin gebundenen Wassers entzogen. Der flüssige Klärschlamm mit einem Wassergehalt von beispielsweise 95 Gew.-% wird dabei in einen klumpenden, feuchten Dickstoff mit einem Trockensubstanzgehalt von etwa 15 Gew.-% bis etwa 35 Gew.-% überführt. Der Dickstoff stellt eine zu entsorgende Restmasse dar, die je nach erzieltem Entwässerungsgrad etwa 1/4-tel bis 1/7-tel der ursprünglichen Klärschlamm-Masse ausmacht.

Eine weitere Verringerung des Wassergehaltes mit Hilfe mechanischer Entwässerung ist bei Klärschlämmen im allgemeinen nicht möglich. Wird ein geringerer Wassergehalt des Dickstoffs gewünscht, werden der mechanischen Entwässerungsvorrichtung eine oder mehrere thermische Trocknungsstufen nachgeschaltet. Bei den genannten Trocknungsstufen handelt es sich um Kurzzeit- oder Langzeittrockner, beispielsweise Wirselschichttrockner oder Scheibentrockner.

Sowohl die weitere Verarbeitung der mechanisch entwässerten Dickstoff-Klumpen in thermischen Trocknungsstufen als auch die Entsorgung dieser feuchten, klebrigen Masse auf einer Deponie, in der Landwirtschaft, bei der Kompostierung oder bei der direkten Verbrennung bereiten in der Praxis wegen der unangenehmen Materialeigenschaften des nur mechanisch entwässerten Dickstoffs große Schwierigkeiten.

Um die mechanische Standfestigkeit der Dickstoff-Klumpen auf Deponien zu erhöhen oder deren Streufähigkeit bei der landwirtschaftlichen Verwertung zu verbessern, werden dem Dickstoff große Mengen trockenes Material, beispielsweise gebrannter Kalk, zugesetzt, um den Gesamtwassergehalt von beispielsweise 75 Gew.-% auf 60 Gew.-% zu reduzieren. Dadurch vergrößert sich indessen die zu entsorgende Gesamtmasse in erheblichem Umfang, wie aus der nachfolgenden Beispielsrechnung ersichtlich ist: 1000 kg flüssiger Klärschlamm mit einem Trockensubstanz- (TS)-Gehalt von 5 Gew.-% (entsprechend einem Wassergehalt von 95 Gew.-%) enthält 50 kg Trockensubstanz. Durch mechanische Entwässerung auf 25 Gew.-% TS-Gehalt hat die resultierende, feuchte Restmasse (Dickstoff) noch ein Gewicht von 200 kg (unverändert 50 kg Trockensubstanz und 150 kg Wasser); damit wurden 800 kg Wasser entzogen. Um auf 40 Gew.-% TS-Gehalt zu kommen, gibt es zwei Möglichkeiten. Entweder müssen 50 kg Trockensubstanz hinzugefügt werden; das Gesamtgewicht erhöht sich dann von 200 kg auf 250 kg, wovon (unverändert) 150 kg Wasser (= 60 Gew.-%) und 100 kg Trockensubstanz (= 40 Gew.-%) sind. Alternativ dazu werden 75 kg Wasser entzogen; das Gesamtgewicht verringert sich dann von 200 kg auf 125 kg, wovon (unverändert) 50 kg Trockensubstanz (= 40 Gew.-%) und 75 kg Wasser (= 60 Gew.-%) sind. Gegenüber dem Zumischen von Trockensubstanz wird somit durch weiteren Wasserentzug die resultierende Dickstoffmasse bei gleichem TS-Gehalt auf die Hälfte (125 kg gegenüber 250 kg) reduziert!

Wird dagegen der nasse Dickstoff direkt verbrannt, müssen für die Verdampfung des darin enthaltenen Wassers große Brennstoffmengen eingesetzt werden. Um im vorgenannten Beispielsfall 50 kg Trockensubstanz zu verbrennen, müssen 150 kg Wasser verdampft werden. Bei der thermischen Entsorgung von Klärschlamm durch Verbrennen bringt eine Vortrocknung der aus der mechanischen Entwässerung resultierenden feuchten Dickstoff-Klumpen große Vorteile: Die zu verbrennende Masse ist kleiner, der Heizwert ist höher, die Abgasmenge und damit auch der Schadstoffausstoß an Dioxinen und Furanen ist geringer. Allerdings ist der Aufwand für die Vortrocknung von mechanisch entwässertem Klärschlamm nach dem Stand der Technik, d. h., mittels thermischer Trocknungsstufen, beträchtlich. In vielen Fällen muß der klebrige, feuchte und zu Klumpen zusammengebackene Dickstoff durch Rückmischen mit Trockenstaub erst einmal verarbeitbar gemacht werden, wodurch sich die im Trockner zur verarbeitende Gesamtmasse stark erhöht. Dies hat wiederum zur Folge, daß die erforderlichen baulichen Abmessungen und letztlich die Anschaffungs- und Betriebskosten von derartigen Trocknern im Vergleich zu den baulichen Abmessungen bzw. Kosten von Klärschlamm-Zentrifugen ein Mehrfaches betragen. In der Praxis sind die Kosten für das Entziehen von 1 kg Wasser aus dem Klärschlamm durch Trocknen etwa 10mal so hoch wie durch Zentrifugieren.

Hinzu kommt folgendes: Die bisher für die mechanischen Entwässerung von Klärschlämmen eingesetzten physikalischen Prinzipien wie Sedimentation, Filtration oder Pressen konnten in dem vergangenen Jahrzehnt zwar bis zu einem Wasserentzug von etwa 35 Gew.-% TS-Gehalt (gegenüber früheren Werten von etwa 25 Gew.-% TS-Gehalt) verbessert werden, doch sind einer weiteren Steigerung des Trockensubstanzgehaltes physikalische oder technische Grenzen gesetzt durch begrenzte Materialfestigkeiten, Verstopfung von Filtertüchern oder Erhöhung des Verschleißes und damit Verkürzung von Standzeiten. Zudem zeigt sich, daß durch verbesserte Reinigungsverfahren in Kläranlagen das Abwasser zwar sauberer wird, jedoch der dabei anfallende Klärschlamm zunehmend schwieriger zu entwässern ist.

Die Aufgabe der Erfindung besteht demgegenüber darin, bei Klärschlämmen einen höheren Trockensubstanzgehalt mit vergleichsweise geringerem apparativen und energetischen Aufwand zu erzielen.

Diese Aufgabe wird verfahrenstechnisch durch die kennzeichnenden Merkmale der nebengeordneten Ansprüche 1 und 24 sowie apparativ durch die kennzeichnenden Merkmale der nebengeordneten Ansprüche 35 und 43 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der erfundungsgemäßen Verfahren und Vorrichtungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung beruht in seiner einen Lösungsvariante auf der Überlegung, den vorentwässerten Klärschlamm innerhalb der Zentrifuge zu erwärmen. Dabei wird von folgenden physikalischen Vorgängen bei der mechanischen Schlammwäscherung ausgegangen:

Bei den üblicherweise zur Schlammwäscherung eingesetzten Vollmantel-Schneckenzentrifugen wird der voreingedickte, flüssige Klärschlamm mit etwa 5 Gew.-% Trockensubstanz-Gehalt einer Zentrifugentrommel kontinuierlich zugeführt, welche um eine horizontale Achse rotiert. Auf die nur eine geringe Masse aufweisenden Feststoffpartikeln des Klärschlammes wir-

ken Zentrifugalkräfte mit 2000-bis 3000facher Erdbeschleunigung. Infolge dieser hohen Zentrifugalkräfte sedimentieren die Partikel radial nach außen und bilden innerhalb der Zentrifugentrommel eine Dickstoffschicht großer Stärke. Der durch das Zentrifugalfeld wirkende Eigendruck innerhalb dieser Dickstoffschicht beträgt etwa 10 bar und bewirkt, daß durch die Eigenpressung ein Teil des Schlammwassers in den sich verengenden Zwischenräumen und Kapillaren radial nach innen verdrängt wird. Die Viskosität der nach innen abströmenden Flüssigkeit setzt einer raschen Verdichtung der Feststoffpartikeln infolge der verengten Kapillaren einen Widerstand entgegen. Es stellt sich ein Gleichgewicht ein zwischen dem maximal erzeugbaren Eigendruck der Feststoffpartikeln und der Kompressibilität des mit Wasser gefüllten Hohraumanteils zwischen den Feststoffpartikeln. Infolge der sich verengenden Kapillaren kann das eingeschlossene Schlammwasser nicht mehr entweichen. Die nur begrenzt zur Verfügung stehende Schleuderzeit und die durch Flockungshilfsmittel (Polyelektrolyte) künstlich erhöhte Viskosität des Schlammwassers behindern dabei ein weiteres Entfeuchten der Dickstoffschicht.

Die sich an der Innenwand der Zentrifugentrommel bildende Dickstoffschicht wird durch eine Förder 25 schnecke, welche koaxial zur Zentrifugentrommel in deren Innerem mit etwas höherer Drehzahl rotiert, in axialer Richtung bewegt und am konisch zugespitzten Ende der Zentrifugentrommel über gleichförmig am Trommelmfang verteilte Abwuröffnungen in radialer 30 Richtung abgeschleudert bzw. abgeworfen. Das abgetrennte Zentrat strömt durch Rücklaufkanäle, die am Schneckenkörper befestigt sind, oder unmittelbar im Schneckenkanal entgegengesetzt zur Austragsrichtung des Dickstoffs zurück zur Eintragszone der Zentrifuge 35 und wird über ein dort angebrachtes Wehr aufgestaut. Das über das Wehr übertretende Zentrat fließt über eine Zentralschürze aus der rotierenden Zentrifugentrommel ab. Üblicherweise ist die Zentrifugentrommel in ihrer hinteren axialen Hälfte zum Konus hin mit Dick- 40 stoff gefüllt, während sich in der vorderen axialen Hälfte eine Schicht geringerer Stärke ausbildet, welche das Sedimentieren sowie das Abfließen des Zentrates an der Eintragszone gestattet.

Wird nun gemäß der einen Lösungsvariante der Erfindung in erster Linie die Dickstoffschicht innerhalb der Zentrifugentrommel erwärmt, so wird bei unverändertem Fliehkraftfeld und damit unverändertem Eigendruck der Dickstoffschicht die Viskosität des Schlammwassers in den Feststoffkapillaren verringert, was wiederum zur Folge hat, daß das Abfließen des Schlammwassers aus den Kapillaren (=Kapillarwasser) erleichtert wird. Infolge des schnelleren Entweichens des Kapillarwassers aus den Hohlräumen zwischen den Feststoffpartikeln lassen sich diese stärker verdichten. Der Dickstoff (Filterkuchen) verläßt daher die Zentrifuge mit verringertem Wasseranteil. Durch eine relativ geringe Temperaturerhöhung des Klärschlams um 40°C wird die Viskosität des Kappaillarwassers bereits halbiert, was dessen Abfließen stark beschleunigt. 55

Die Erwärmung des Dickstoffs innerhalb der Zentrifugentrommel hat gegenüber einer Erwärmung des gesamten flüssigen Klärschlams vor Einbringen in die Zentrifuge den Vorteil, daß ein weitaus kleinerer Flüssigkeitsanteil (im eingangs genannten Beispiel nur 150 kg Wasser gegenüber 950 kg Wasser) erwärmt werden muß, wodurch sich Energiekosten sparen lassen. Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß ein Aufplatzen der or-

ganischen Schlammzellen vermieden wird. Je höher die Temperatur der Schlammzelle ist, desto leichter platzt die Zellmembran auf. Die mechanische Belastung der Zellmembran ist unmittelbar beim Eintrag in das Fliehkraftfeld der Zentrifuge am höchsten. Bei Erwärmung des bereits im Fliehkraftfeld befindlichen Dickstoffs ist daher die Gefahr, daß die durch Erwärmung empfindlicher gewordene Zellmembran aufplatzt, weitaus geringer. Beim Aufplatzen der Zellmembran ergießt sich der flüssige, hochviskose Zellinhalt der Schlammzelle in das Schlammwasser, was zu einer drastischen Erhöhung des CSB- und des BSB-Gehaltes im Filtrat und damit zu einer großen Rückbelastung der Kläranlage führt. Ferner wird die durch die Erwärmung angestrebte Verringerung der Viskosität des Schlammwassers durch dessen Vermischung mit dem hochviskosen Zellinhalt weitgehend zunichte gemacht. Das erfundungsgemäße Erwärmen des Dickstoffs innerhalb der Zentrifuge vermeidet nicht nur diese Gefahr, sondern bringt noch eine Reihe weiterer Vorteile mit sich:

- Die zu erwärmende Masse beträgt nur etwa 1/6-tel der zu entwässernden Klärschlamm-Masse am Eintrag der Zentrifuge, wodurch der Energieaufwand relativ gering ist;
- das Filtrat bleibt kalt und kann von der Kläranlage problemlos übernommen werden;
- die Erwärmung des Dickstoffs läßt sich infolge der Rotation der Zentrifugentrommel ohne Gefahr einer lokalen Überhitzung bzw. Beschädigung der Dickstoffschicht und der Zentrifugentrommel vornehmen;
- durch die langsame Schneckenbewegung relativ zur Zentrifugentrommel wird die Dickstoffschicht zwischen Schneckenkörper und Trommelwand ununterbrochen umgewälzt, so daß eine gleichförmige Erwärmung der Dickstoffschicht und damit eine entsprechend gleichförmige Viskositätsverringерung des Kapillarwassers gewährleistet wird;
- es ist kein zusätzlicher Wärmetauscher zur Schlammerwärmung erforderlich; vielmehr wird die Zentrifugentrommel mit nur gerügfügigem apparativen Mehraufwand als Wärmetauscher ausgenutzt, welcher den weiteren Vorteil hat, daß durch die Trommelrotation sowie durch die Räumwirkung der Schnecke Verstopfungen und Anbackungen bzw. Verkrustungen aufgrund lokaler Überhitzungen sicher vermieden werden;
- durch den weitergehenden Wasserentzug weisen die ausgeworfenen Dickstoffpartikeln einen gegenüber Entwässerungszentrifugen ohne Dickstofferwärmung höheren Trockensubstanz-Gehalt auf, so daß der ausgeworfene Dickstoff nicht mehr klebrig und klumpenförmig, sondern krümelig (mit großer volumenbezogener Oberfläche) ist und sich wesentlich leichter weiterverarbeiten läßt;
- der — im Vergleich zu herkömmlichen Trocknern — mit äußerst geringen Investitions- und Betriebskosten erzielte Trockensubstanz-Gehalt liegt in einem für die Entsorgung äußerst interessanten Bereich; der sich bei mäßiger Dickstofferwärmung in der Zentrifuge ergebende, krümelige Dickstoff ist gut rieselfähig und läßt sich ohne weitere Behandlung problemlos kompostieren, deponieren, streuen und verbrennen; für eine Verbrennung ist nur noch eine geringe Energiezufuhr erforderlich; begünstigt wird diese problemlose Verwendung durch einen geringen Staubanteil und das Fehlen

von Kalk- oder sonstigen Trockensubstanz-Beimischungen;

— die zur Erwärmung des Dickstoffs innerhalb der Zentrifugentrommel verwendeten Heißgase bzw. die dabei entstehenden heißen Flammenabgase lassen sich anschließend zur Nachtrocknung der abgeworfenen Dickstoffpartikeln ausnutzen; hinzu kommt, daß die erwärmten Dickstoffkrümel nach ihrem Abwurf durch Nachverdunstung beim Abkühlen weitere Feuchtigkeit abgeben, wodurch sich insgesamt die aufgewendete Wärmeenergie nahezu vollständig zum Entfeuchten nutzen läßt;

— eine Nachrüstung bereits bestehender Entwässerungszentrifugen ist problemlos möglich.

Alternativ zu der vorstehenden Lösungsvariante ist bei einer zweiten Lösungsvariante nur eine Nachtrocknung der von der Entwässerungszentrifuge ohne vorherige Dickstofferwärmung abgeworfenen Dickstoffpartikel in dem Fallschacht vorgesehen, wodurch für eine Reihe von Anwendungsfällen auf einfache Weise der Trockensubstanz-Gehalt erhöht werden kann. Dabei wird der Fallschacht als Trocknergehäuse ausgenutzt, in welchen im Gleichstrom, Querstrom oder im Gegenstrom heißes Trocknungsgas eingeleitet wird. Die nach dem Prinzip einer Zerstäubungstrocknung erfolgende Nachtrocknung beruht in ihrer Wirkung darauf, daß die abgeschleuderten Dickstoffpartikeln noch im Fluge — d. h. vor einer Verklumpung — von dem heißen Trocknungsgas angeströmt werden, so daß sie beim Aufprall auf den Boden des Fallschachtes soweit abgetrocknet sind, daß ein Zusammenbacken bzw. Verklumpung weitgehend vermieden wird. Zusätzlich kann durch die sich am Schachtboden bildende Schicht von Dickstoffpartikeln ähnlich wie bei einem Rieselschacht-trockner ein weiterer Trocknungsgasstrom von unten nach oben im Kreislauf hindurchgeleitet werden. Der auf diese Weise nachgetrocknete Dickstoff kann entweder zusammen mit dem verbrauchten Trocknungsgas oder — nach erfolgter Gas-Feststoff-Trennung — abgasfrei aus dem Fallschacht ausgetragen werden, während das abgetrennte Abgas (verbrauchte Trocknungsgas) abgesaugt und gegebenenfalls für eine erneute Verwendung aufbereitet wird. Der Fallschacht kann auch als Eintragsorgan für einen Flugstromtrockner benutzt werden, der wahlweise zu- oder weggeschaltet werden kann. Je nach Erfordernis läßt sich auf diese Weise nur mäßig entwässerter Schlamm oder vollständig getrockneter Schlamm produzieren. Auch bei dieser zweiten Lösungsvariante, die sich mit der ersten Lösungsvariante hervorragend kombinieren läßt, ist eine Nachrüstung bestehender Schlammzentrifugen problemlos möglich.

Die Erfundung wird im folgenden an Hand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch eine erfundungsgemäß ausgerüstete Vollmantel-Schnecken-zentrifuge zur Entwässerung von Klärschlamm;

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht der Schlammzentrifuge nach Fig. 1 mit einem speziell ausgebildeten Fallschacht ohne Gas-Feststoff-Trennung;

Fig. 3 eine perspektivische Ansicht einer herkömmlichen Schlammzentrifuge mit einer als Verlängerung des Fallschachtes ausgebildeten Nachtrocknungseinrichtung in Form eines Wirbelschicht-Trockners;

Fig. 4 eine perspektivische Ansicht der Schlammzentrifuge nach Fig. 1 mit einer gegenüber Fig. 2 abgewandelten Ausbildung des Fallschachtes ohne Gas-Feststoff-Trennung;

Fig. 5 eine perspektivische Ansicht einer herkömmlichen Schlammzentrifuge mit einer gegenüber Fig. 3 varierten Ausbildung des Fallschachtes als Nachtrocknungseinrichtung;

Fig. 6 eine perspektivische Ansicht der Schlammzentrifuge nach Fig. 1 mit einer gegenüber den Fig. 2 und 4 abgewandelten Ausbildung des Fallschachtes mit Gas-Feststoff-Trennung und nachgeschalteter Abgas-Entstaubung;

Fig. 7 eine ähnliche Ausführungsform wie nach Fig. 6, bei welcher zusätzlich eine Reinigung des entstaubten Abgases in der Zentratzone der Schlammzentrifuge erfolgt;

Fig. 8 einen Längsschnitt durch eine gegenüber Fig. 1 mit einem zusätzlichen Rieselschacht-Trockner versehene Schlammzentrifuge nach der Erfundung;

Fig. 9 eine perspektivische Ansicht der Schlammzentrifuge nach Fig. 1 mit einer wahlweise verwendbaren Nachtrocknungseinrichtung mit einer Gas-Feststoff-Abtrennung im Fallschacht;

Fig. 10 eine Variante bezüglich der Ausführungsform nach Fig. 9, und

Fig. 11 eine perspektivische Ansicht einer herkömmlichen Schlammzentrifuge mit einer Ausbildung des Fallschachtes für eine wahlweise Zuschaltung eines Querstrom-Trockners.

Die in Fig. 1 dargestellte Entwässerungsvorrichtung für Klärschlämme weist im dargestellten Beispieldfall eine Vollmantel-Schnecken-zentrifuge 10 bekannter Bauart auf. Anstelle einer Vollmantel-Schnecken-zentrifuge können auch andere, für die Schlammwässe rung geeignete Zentrifugen, beispielsweise Siebmantel-Schnecken-zentrifugen verwendet werden. Die nachstehend kurz als "Schlammzentrifuge" bezeichnete Vollmantel-Schnecken-zentrifuge 10 weist eine rotierende Trommel 11 auf, welche an ihren axialen Enden auf Wälzlagern 17 drehbar gelagert ist. Die Zentrifugentrommel 11 verjüngt sich konisch etwa ab ihrer axialen Mitte und ist an ihrem konisch verjüngten Ende mit gleichformig über ihren Umfang verteilten Abwuröffnungen versehen, welche die Abwurffzone 15 der Schlammzentrifuge 10 bilden. Innerhalb der Zentrifugentrommel 11 ist längs deren Achse eine Entwässerungsschnecke 12 mit wendelförmigen Schneckenstegen 12a angeordnet, die an ihren axialen Enden auf Wälz- oder Gleitlagern 16 drehbar gelagert ist. Die Schnecke 12 wird mit geringfügig größerer Drehzahl als die Trommel 11 von einem nicht gezeigten Antrieb angetrieben, so daß das in die Schneckengänge eingebrachte Material entsprechend der Differenzdrehzahl zwischen Schnecke 12 und Trommel 11 axial in Richtung Abwurffzone 15 bewegt wird. In das Kernrohr 12b der Schnecke 12 ist ein feststehendes Schlammrohr 13 etwa bis 2/3 der Länge des zylindrischen Trommellab schnitts eingeführt, wobei das Ende des Schlammrohrs 13 in eine Eintragszone 14 hineinreicht, die durch radiale Schottwände im Inneren des Kernrohrs 12b der Schnecke 12 begrenzt wird. Im Bereich der Eintragzone 14 weist das Kernrohr 12b am Umfang verteilte Öffnungen 60 zur Eintragzone 14 auf, durch welche der über das Schlammrohr 13 zugeführte Klärschlamm 1 in die Schneckengänge zwischen Schneckenkern 12, Schneckenstegen 12a und Innenwand der Trommel 11 und damit in das Fliehkräftefeld der Zentrifuge 10 gelangt. Wie bereits erläutert, fließt infolge der Fliehkräftewirkung Schlammwasser radial nach innen aus den Kapillaren des Klärschlammes, das sich als Zentrat 4 in Nähe des Schneckenkerns 12b ansammelt und zwischen den

Schneckenstegen 12a spiralförmig zum linken axialen Ende der Schnecke 12 abfließt. Dort wird das Zentrat 4 an einem Wehr 11b der Trommel 11 aufgestaut. Das über das Wehr 11b abfließende Zentrat wird in eine haubenförmige Zentralschurre 18 geschleudert, welche als geschlossenes, feststehendes Gehäuse das linke axiale Ende der Trommel 11 an dessen Durchtritt durch die Zentralschurre 18 dichtend umgibt. Von der Zentralschurre 18 wird das Zentrat 4 über eine Zentraleitung 19 abgeführt, z. B. direkt zurück in die Kläranlage.

Der durch das Fliehkraftfeld vorentwässerte Klärschlamm 2 bildet sich an der Innenwand der Trommel 11 aus und wird durch die Förderschnecke 12 nach rechts gegen die Abwurffzone 15 bewegt und wird infolge fortschreitender Verdichtung umso stärker eingedickt, je länger er sich im Fliehkraftfeld der Zentrifuge befindet. Der daraus resultierende Dickstoff 3 wird ferner durch Verringerung der Schneckenganghöhe zwischen dem sich konisch verjüngenden Abschnitt 11a der Trommel 11 und dem Schneckenkern 12b gepresst, so daß im Ergebnis der Trockensubstanz-Gehalt von anfänglich etwa 5 Gew.-% im flüssigen Klärschlamm 1 auf bis maximal etwa 35 Gew.-% im Dickstoff 3 bei dessen Abwurf in der Abwurffzone 15 erhöht wird. Der als radialer Partikelschleier ausgeworfene Dickstoff 3 wird in einer halbkreisförmigen, feststehenden Haube 30 aufgefangen, die zusammen mit einem sich vertikal an die Haube 30 anschließenden Rechteckrohr 31 einen Fallschacht zum Austragen der Dickstoffpartikeln 3a bildet. Die Haube 31 ist gegenüber der rotierenden Trommel 11 an den Durchtrittsstellen der Trommel 11 durch die Haube 30 abgedichtet. Die bis dahin beschriebene Entwässerungsvorrichtung ist Stand der Technik.

Erfindungsgemäß wird der vorentwässerte Klärschlamm 2 innerhalb der Trommel 11, vorzugsweise nach weiterer Eindickung zum Dickstoff 3, erwärmt, um die Viskosität des aus den Kapillaren des Klärschlammes abfließenden Schlamm- oder Kapillarwassers zu verringern. Die Erwärmung des Klärschlammes 2 bzw. Dickstoffs 3 innerhalb der Trommel 11 erfolgt in Abstimmung mit der Größe des erzeugten Fliehkraftfeldes, d. h., der Drehzahl der Zentrifuge 10 in der Weise, daß die Zellmembran der Schlammzellen noch nicht aufplatzt und sich der hochviskose Zellinhalt nicht in das Zentrat 4 ergießt. Die Festigkeit der Zellmembran wird sowohl von der Größe des Fliehkraftfeldes als auch von der gewählten Temperatur des Schlammes beeinflußt, so daß beide Parameter aufeinander abgestimmt werden müssen, um das Zerplatzen der Zellmembran sicher zu vermeiden.

Um die gewünschte Temperatur des Schlammes zu erreichen, kann der flüssige Klärschlamm 1 bereits vor seinem Eintrag in die Zentrifuge 10 vorerwärmten werden. Wesentlich günstiger im Hinblick auf die erforderliche Energie ist jedoch die Erwärmung des weitgehend vorentwässerten Schlammes 2 bzw. des Dickstoffs 3 vorzugsweise im konischen Abschnitt 11a der Zentrifugentrommel 11, da der eingedickte Klärschlamm bereits ein Großteil seines Schlammwassers abgegeben hat, das nicht mehr erwärmt zu werden braucht.

Zur Erwärmung des vorentwässerten Schlammes 2 bzw. des Dickstoffs 3 wird bei einer bevorzugten Ausführungsform die Außenwand der Zentrifugentrommel 11 mit der offenen Flamme eines feststehenden Öl- oder Gasbrenners 20 punkt- oder linienförmig (je nach gewähltem Abstand zwischen Brennerdüse und Trommewand) erhitzt. Da die Trommel 11 mit hoher Drehzahl rotiert, erwärmt sich trotz der punkt- oder linienförmigen

Flamme die Trommelwand äußerst gleichmäßig, was wiederum zur Folge hat, daß auch die Dickstoffschicht an der Innenwand der Trommel 11 gegen lokale Überhitzungen oder Verbrennungen geschützt ist. Besonders vorteilhaft ist es, daß sich die zwischen benachbarten Schneckenstegen 12a, Schneckenkern 12b und Trommellinnenwand befindlichen Pakete der Dickstoffschicht infolge der Vorschubwirkung der Förderschnecke 12 stetig von radial außen (= relativ heiß) nach radial innen (= relativ kalt) langsam umwälzen, so daß eine gleichförmige Durchwärmung jedes betrachteten Dickstoff-Paketes gewährleistet ist. Sofern es dennoch zu lokalen Anbackungen des Dickstoffs an der Trommellinnenwand kommen sollte, so werden derartige Anbakkungen infolge der Räumwirkung der Schneckenstege 12a der Förderschnecke 12 automatisch entfernt.

Infolge der Erwärmung des vorentwässerten Schlammes 2 bzw. des Dickstoffs 3 und der daraus resultierenden Verringerung der Viskosität des Schlamm- oder Kapillarwassers ist es möglich, den Wassergehalt des Dickstoffs 3 beim Abwurf aus der Zentrifuge um 5 bis 10 Gew.-% zu verringern, so daß die Dickstoffpartikeln mit einem Trockensubstanz-Gehalt von bis zu etwa 45 Gew.-% nicht mehr feucht-klebrig und klumpenförmig, sondern bereits krümelig und rieselfähig sind. Die erzielbare Erhöhung des Trockensubstanz-Gehaltes hängt von dem Grad der Schlamm- bzw. Dickstoff-Erwärmung innerhalb der Zentrifuge 10 ab; die Erwärmung kann bis etwa 70°C erfolgen, ohne daß ein Aufplatzen der Zellmembran der Schlammzellen eintritt. Bei einer überkritischen Erwärmung über 100°C hinaus verdampft nach dem Abwurf zusätzliches Kapillarwasser infolge der schlagartigen Druckentspannung bei der Freigabe des Dickstoffs aus der hohen Druckbeaufschlagung des Fliehkraftfeldes.

Um noch höhere Trockensubstanzgehalte zu erzielen, können dem flüssigen Klärschlamm vor seinem Eintrag in die Zentrifuge 10 wasserabsorbierende oder die Drainage begünstigende Substanzen, z. B. gebrannter Kalk (CaO), Flugasche oder gemahneltes aus Klärschlamm hergestelltes Trockengut, zugemischt werden. Allerdings erhöht sich dadurch die zu verarbeitende Masse, so daß es in der Regel günstiger ist, den abgeworfenen Dickstoffpartikeln 3a unmittelbar im Bereich der Abwurffzone trockenes Material zuzumischen, z. B. über ein gestrichelt eingezeichnetes Gebläse 80, das staubbeladenes Gas in die Haube 30 von deren Oberseite her zuführt.

Eine weitere, von der Erfindung bevorzugte Möglichkeit zur Erzielung noch höherer Trockensubstanz-Gehalte besteht darin, den Dickstoff thermisch nachzutrocknen.

Hierzu können in vorteilhafter Weise die heißen Abgase des Brenners 20 ausgenutzt werden, wenn, wie in Fig. 1 dargestellt, die Trommel 11 im Bereich des erwärmten Abschnitts 11a mit einem feststehenden, wärmeisolierenden Gehäuse 21 umschlossen wird, so daß die heißen Abgase im Inneren des Gehäuses 21 aufgefangen werden. Zusätzlich kann der erwärmte Abschnitt 11a der Trommel 11 gegenüber dem "kalten" Trommelabschnitt thermisch isoliert werden, um die thermischen Verluste so gering wie möglich zu halten. Das Gehäuse 21 erstreckt sich axial bis heran zu der Haube 30 und weist an seiner gemeinsamen Stirnfläche mit der Haube 30 einen ringförmigen Spalt 22 auf, durch welchen die gesammelten heißen Abgase des Brenners 20 tangential zur Trommel 11 in deren Abwurffzone 15 eingedüst werden, wo sie senkrecht auf den Feststoffschleier der ra-

dial abgeworfenen Dickstoffpartikeln 3a unmittelbar nach deren Abwurf auftreffen. Die heißen Abgase umspülen die feinst verteilten Dickstoffpartikeln 3a und entziehen durch Konvektion weitere Feuchtigkeit aus den Dickstoffpartikeln 3a. Um einerseits ein Verbrennen der so nachgetrockneten Dickstoffpartikeln an den aufgeheizten Wänden der Haube 30 zu vermeiden und andererseits eine weitere Nachtrocknung innerhalb des Fallschachtes 30/31 zu erzielen, kann es günstig sein, kühleres Trocknungsgas 6 von der Oberseite der Haube 30 her mittels eines in Fig. 1 gestrichelt angedeuteten Gebläses 80 in Fallrichtung der Dickstoffpartikeln 3a zuzuführen. Ferner kann es günstig sein, etwaige Anbackungen von Dickstoff 3 an den Wänden der Haube 30 durch Räumer-Flügel abzukratzen, die z. B. auf der Trommel 11 in radialer Richtung befestigt sind und mit der Trommel 11 hohtourig rotieren oder einen gesonderten Antrieb besitzen. Alternativ kann der obere Teil des Fallschachtes 30/31 auf der Innenseite elastische Wände aufweisen, die sich infolge des Aufpralls der Dickstoffpartikeln ständig bewegen, wodurch anhaftende Partikel abgerüttelt werden.

Anstelle eines Öl- oder Gasbrenners 20 und einer Erwärmung des Trommelabschnitts 11a durch offene Flamme(n) ist es auch möglich, einen in Fig. 1 gestrichelt eingezeichneten Heißgaserzeuger 20a zu verwenden, dessen Heißgas in das Innere des Gehäuses 21 geleitet wird und den Trommelabschnitt 11a durch Konvektion erwärmt. Wie im Falle der heißen Brennerabgase kann das Heißgas ferner durch den ringförmigen Spalt 22 zur Nachtrocknung der abgeworfenen Dickstoffpartikeln 3a weiter thermisch ausgenutzt werden.

Anstelle einer Zuführung im Gleichstrom, d. h., in Fallrichtung der Dickstoffpartikeln 3a im Fallschacht 30/31, kann Trocknungsgas 6 auch im Gegenstrom von der Unterseite des Fallschachtes 30/31 her zugeführt werden, wie anhand der Ausführungsbeispiele nach Fig. 3, 5 und 8 noch näher erläutert werden soll. Des Weiteren kann es günstig sein, die Verbrennungsluft 9 des Brenners 20 in Form staubbeladener Abluft aus dem Fallschacht 30/31 anzusaugen, um einen weitgehend geschlossenen Luftkreislauf zu erzielen. Der Brenner 20 ist, wie aus Fig. 1 sowie aus den Fig. 2, 4, 6, 7 und 8 ersichtlich ist, auf der Unterseite des Gehäuses 21 besonders platzsparend montiert; er kann aber auch, wie in den Fig. 9 und 10 dargestellt ist, auf dem Dach des Gehäuses 21 angebracht werden.

Die Fig. 2 bis 10 zeigen verschiedene Möglichkeiten zur Nachtrocknung der von einer Schlammsentrifuge 10 ausgeworfenen Dickstoffpartikeln 3a unter Ausnutzung des ohnehin vorhandenen Fallschachtes 30/31 als Trocknergehäuse. Dabei machen die Ausführungsbeispiele nach Fig. 2, 4, 6 bis 10 von der in Fig. 1 erläuterte Erwärmung des vorentwässerten Schlammes 2 bzw. Dickstoffs 3 innerhalb der Zentrifuge 10 Gebrauch, wie anhand des Brenners 20 erkennbar ist. Die Ausführungsbeispiele nach Fig. 3 und 5 zeigen, daß es Anwendungsfälle, z. B. Verbrennen, gibt, bei denen eine Nachtrocknung des mittels herkömmlicher Schlammsentrifuge 10 entwässerten Dickstoffs 3 auf beispielsweise 40 Gew.-% Trockensubstanz-Gehalt ausreichend ist, so daß auf einen weitergehenden Wasserentzug durch Erwärmung des Dickstoffs 3 innerhalb der Zentrifuge 10 verzichtet werden kann.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 2 ist die eine Wand des Rechteckrohrs 31 des Fallschachtes 30/31 an ihrem unteren Endabschnitt 31a zur gegenüberliegenden Wand hin abgeschrägt. Ferner öffnet sich diese ge-

genüberliegende Wand des Rechteckrohrs 31 über eine Durchgangsoffnung 34 zu einer Kammer 33, die an den unteren Bereich des Rechteckrohrs 31 unmittelbar angesetzt ist und sich von unten nach oben hin erweitert. Die Anböschung der Kammer 33 entspricht etwa der Abschrägung des unteren Endabschnitts 31a des Rechteckrohrs 31. Infolge der Abschrägung des unteren Endes des Fallschachtes 30/31 gelangen die mit abgekühltem Brennerabgas vermischten (abgasbeladenen) Dickstoffpartikeln 5 von dem Fallschacht 30/31 durch die Öffnung 34 in die Kammer 33. Infolge der Erweiterung der Kammer 33 nach oben hin werden größere Partikeln mit längerer Trocknungszeit in der Schwebewand damit länger in der Kammer 33 gehalten, bis sie genügend abgetrocknet sind. Die getrockneten Partikeln werden aus der Kammer 33 über eine Saugleitung 35a ausgetragen, welche in die obere Deckfläche 33a der Kammer 33 mündet. Die ausgetragenen, abgasbeladenen Dickstoffpartikeln 5 können nach Abtrennung des Abgases in einem nicht dargestellten Gasabscheider, z. B. Zyklon, weiter nachgetrocknet werden, insbesondere in einem nicht dargestellten Langzeit-Trockner.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 3 mündet das Rechteckrohr 31 unter Verjüngung in eine Fortsetzung des Fallschachtes in Form eines kegelstumpfförmigen Fallrohrs 40, dessen größere oberere Querschnittsfläche um ein Mehrfaches größer ist als die Querschnittsfläche des Fallschachtes 30/31. An das untere offene Ende des Fallrohrs 40 ist ein topfförmiges Gehäuse 41 angeflanscht, weiches radial in eine im Profil quadratische Zuführungsleitung 44 für ein heißes Trocknungsgas 6 mündet. Die Zuführungsleitung 44 wird von einem Heißgaserzeuger 80 mit dem Trocknungsgas 6 gespeist. In dem topfförmigen Gehäuse 43 rotieren in der Ebene der unteren Querschnittsfläche (Boden) des Fallrohrs 40 ein oder zwei Schlagmesser-Balken 42a, 42b, von denen der Schlagmesser-Balken 42b die geringere Länge aufweist. Angetrieben werden beide Schlagmesser-Balken 42a, 42b von einem oder zwei Antriebsmotoren 43, der zentral zur Längsachse des Fallrohrs 40 angeordnet ist. Die im Fallrohr 40 nach unten gegen die Schlagmesser-Balken 42a, 42b gelangenden größeren Dickstoff-Partikeln 3a werden unter der Wirkung der rotierenden Schlagmesser-Balken 42a, 42b zerkleinert und gleichzeitig von dem am Boden des Fallrohrs 40 in Gegenstromrichtung einströmenden Trocknungsgas 6 erfaßt und hochgewirbelt. Dieser Vorgang kann sich je nach Größe der Dickstoffpartikeln 3a mehrmals wiederholen, wobei gleichzeitig mit dem Hochwirbeln das Trocknungsgas 6 die Dickstoffpartikeln 3a umspült und ihnen Feuchtigkeit entzieht. Die trockeneren und damit leichteren Dickstoffpartikeln schweben im oberen Drittel des Fallrohrs 40, wobei sich die axiale Verteilung von leichteren Partikeln weiter oben bis hin zu schwereren Partikeln weiter unten zur Klassierung der nachgetrockneten Dickstoffpartikeln 3a ausnutzen läßt. Hierzu münden axial übereinander zwei Saugleitungen 46 und 47 am Kegelmantel des Fallrohrs 40, wobei in der oberen Saugleitung 46 die leichteren Dickstoffpartikeln 8a und in der unteren Saugleitung 47 die schweren Dickstoffpartikeln 8b aus dem Fallrohr 40 ausgetragen werden. In die obere Deckfläche 40a des Fallrohrs 40 mündet ein im Profil quadratisches Saugrohr 45, durch welches staubbeladenes Abgas (Abluft) 5 aus dem Fallrohr 40 abgesaugt wird. Die ausgetragenen Dickstoffpartikeln 8a, 8b können wiederum in einem weiteren, nicht dargestellten thermischen Trockner nachgetrocknet werden.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 4 ist das Recht-

eckrohr 31 des Fallschachtes 30/31 an seinem unteren Ende pyramidenförmig verjüngt. In den pyramidenförmigen Endabschnitt 32a mündet eine Saugleitung 35a, wobei in dem Mündungsquerschnitt ein Schlagmesser-Balken 37 rotiert, der von einem axial angeflanschten Antriebsmotor 37a angetrieben wird. Die im Fallschacht 30/31 in dessen Mündungsbereich gelangenden Dickstoffpartikeln 3a werden dort vor ihrem Austrag in die Saugleitung 35a zerkleinert.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 5 zwei gegenüberliegende Wände des Rechteckrohrs 31 des Fallschachtes 30/31 an ihrem unteren Endabschnitt 31a abgeschrägt ausgebildet. Die so verkleinerte Querschnittsfläche des Fallschachtes 30/31 wird von der Walzenfläche eines rotierenden Mahl- oder Zerkleinerungswalze 50 durchsetzt, dessen Rotationsachse senkrecht zur Längsachse des Fallschachtes 30/31 verläuft. Die Walze 50 wird von einem axial angeflanschten Antriebsmotor 51 angetrieben. In spiegelbildlicher Ausformung zu dem zugespitzten Ende des Fallschachtes 30/31 ist eine Zuführungsleitung 51 für heißes Trocknungsgas 6 mit dem Ende des Fallschachtes 30/31 verbunden, wobei die Be- rührungskanten der schräg verlaufenden Wände des Rechteckrohrs 31 und der Zuführungsleitung 52 die Walzenfläche der Walze 50 fast berühren. Das von einem Heißgasgenerator 80 eingespeiste Trocknungsgas 6 durchströmt in ähnlicher Weise wie bei der Ausführungsform nach Fig. 3 die Walze 50 und wirbelt die von der Walze 50 zerkleinerten Dickstoffpartikeln 3a im Fallschacht 30/31 nach oben. Im oberen Drittel des Rechteckrohrs 31 mündet eine prismenförmige Kammer 33 in den Fallschacht 30/31, die mit einer Absaugleitung 35a verbunden ist. Im oberen Drittel des Fallschachtes 30/31 schweben die leichteren und trockeneren Dickstoffpartikeln, die zusammen mit der staubbeladenen Abluft aus dem Fallrohr 30/31 über die Saugleitung ausgetragen werden.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 6 und 7 ist das untere Ende des Rechteckrohrs 31 des Fallschachtes 30/31 pyramidenförmig verjüngt und mündet in eine Zellenradschleuse 38 zur Gas-Feststoff-Trennung. Aus der Zellenradschleuse 38 werden daher weitgehend abgasfreie Dickstoffpartikeln 8 ausgetragen. An den pyramidenförmigen Endabschnitt 32a des Fallschachtes 30/31 ist eine prismen- oder doppelprismenförmige Kammer 33 angeformt, die über eine Wandöffnung 34 mit dem Endabschnitt 32a in Verbindung steht. Die Kammer 33 ist mit einer Saugleitung 35 verbunden, über welche die staubbeladene Abluft 7 aus der Kammer 33 in einem Staubabscheider bzw. Zyklon 60 abgesaugt wird. Der Zyklon 60 ist an seinem konischen Ende mit einer Zellenradschleuse 61 zum Austrag des Feststoffanteils 7b der Abluft 7 versehen. Die gereinigte Abluft 7a wird vom Dach des Zylkons 60 abgesaugt und über eine Leitung 62 durch den Zentralschleier innerhalb der Zentralschur 18 der Zentrifuge 10 hindurchgeleitet, um die in der gereinigten Abluft enthaltenen Brüden (Stinkstoffe) auszuwaschen. Anstelle einer Sprühwaschung lässt sich in der Zentralschur 18 auch ein mit nicht dargestellten Füllkörpern gefüllter Einsatzbehälter anbringen, der von oben her mit Zentrat besprüht wird und durch den von unten her die zu reinigende Abluft 7 geleitet wird. Die gewaschene Abluft 7c wird über eine Leitung 63 aus der Zentralschur 18 abgeführt und kann im geschlossenen Kreislauf dem Brenner 20 als Verbrennungsluft zugeführt werden.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 8 wird in vorteilhafter Weise davon Gebrauch gemacht, daß die Parti-

keln 3 rieselfähig sind, so daß an den Fallschacht 30/31 unmittelbar ein Rieselschacht-Trockner 71 angebaut werden kann. Das Rechteckrohr 31 des Fallschachtes 30/31 ragt mit einem konischen Endstück in den Innenraum des Rieselschacht-Trockners 71 hinein, der an seinem unteren, sich verjüngenden Ende 74 eine Zellenradschleuse oder Dosierschnecke 72 aufweist. Oberhalb der Zellenradschleuse 72 mündet eine Zuführungsleitung 75 für ein heißes Trocknungsgas 6, das entweder von einem gesonderten Heißgasgenerator 70 erzeugt wird oder aus dem Brenner 20 stammt. In letzterem Fall ist der Heißgaserzeuger 70 lediglich als Gebläse ausgebildet. Die Saugleitung 73 des Heißgasgenerators 70 mündet am oberen Ende des Rieselschacht-Trockners 71 noch oberhalb der Mündung des Rechteckrohrs 31. Auf diese Weise wird Trocknungsgas in Gegenstromrichtung durch das sich in dem Trockner 71 bildende Bett aus durchlüftbaren Dickstoffpartikeln gepreßt, wobei sich die trockeneren Dickstoffpartikeln am unteren Ende 74 ansammeln und dort von der Zellenradschleuse 72 ausgetragen werden. Die sich in dem Rieselschacht-Trockner 71 bildenden Brüden 7d werden über eine Brüdenleitung 76 durch den Zentralschleier der Zentralschur 18 hindurchgeführt und dabei ausgewaschen. Das gewaschene Abgas 7e wird mittels eines Gebläses 64 über eine Abluftleitung 63 aus der Zentralschur 18 ausge- tragen und kann als Verbrennungsluft 9 dem Brenner im geschlossenen Kreislauf zugeführt werden.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 9 ist am unteren Ende des Rechteckrohrs 31 des Fallschachtes 30/31 eine in beide Drehrichtungen steuerbare Förderschnecke 39 angebracht. Ferner mündet in den unteren Endbereich des Rechteckrohrs 31 über eine Öffnung 34 eine Kammer 33, die mit einer Saugleitung 35 für staubbeladene Abluft 7 verbunden ist. Am rechten Förderende 39a steht die Förderschnecke 39 mit einer Zellenradschleuse 38 und am linken Förderende 39b mit einem Austragstutzen 39c in Verbindung. Der Austragstutzen 39c ist mit einer Klappe 39d verschließbar. Wenn der Brenner 20 in Betrieb ist, erfolgt die Förderung in Richtung des Förderendes 39a, so daß über die Zellenradschleuse 38 im wesentlichen nur abgasfreie Dickstoffpartikeln 8 ausgetragen werden; das staubbeladene Abgas wird über die Saugleitung 35 aus dem Fallschacht 30/31 abgesaugt. Wenn der Brenner 20 abgeschaltet ist, erfolgt die Förderung in Richtung des entgegengesetzten Förderendes 39b, so daß feuchtere Dickstoffpartikeln 5 aus dem Fallschacht 30/31 über den Austragstutzen 39c ausgetragen werden. Dabei wird die Klappe 39d geöffnet, welche normalerweise den Austragstutzen 39c luftdicht absperrt. Diese Betriebsweise ist beispielweise vorteilhaft, wenn der von der Zentrifuge 10 zu entwässernde Schlamm den Anforderungen an die Weiterverarbeitung bereits genügt, so daß ein zusätzlicher Wasserzug entbehrlich ist. Ferner wird diese Betriebsweise auch im Falle einer Störung des Brenners 20 praktiziert. Die Abtrennung des Abgases aus den abgasbeladenen Dickstoffpartikeln 5 kann wie im Falle der Ausführungsformen nach Fig. 2, 4 und 5 mittels eines nicht dargestellten Zylkons erfolgen.

Die Ausführungsform nach Fig. 10 unterscheidet sich von der Ausführungsform nach Fig. 9 dadurch, daß die Funktion der Richtungsumsteuerung der Förderschnecke 39 durch eine Weiche 36 in Form einer Klappe erfüllt wird, welche am unteren Ende des Rechteckrohrs 31 des Fallschachtes 31/31 angebracht ist. In der dargestellten Stellung der Weiche 36 wird bei eingeschaltetem Brenner 20 der Fallschacht 30/31 durch die schräg gestellte

Weiche 36 abgesperrt. Gleichzeitig wird von der Weiche 36 eine Durchgangsoffnung 34 in eine an den unteren Abschnitt des Fallschachtes 30/31 angeformte Kammer 33 freigegeben, so daß die herabfallenden Dickstoffpartikeln über die Öffnung 34 in die Kammer 33 gelangen. Dort werden sie von einer am Boden der Kammer 33 angeordneten Förderschnecke 39 aus der Kammer 33 in Richtung des Förderendes 39a abtransportiert und über die Zellradschleuse 38 als abgasfreie Dickstoffpartikeln 8 ausgetragen. In der anderen, nicht gezeigten Stellung bei abgeschaltetem Brenner 20 ver- 10 schließt die Weiche 36 die Öffnung 34 zur Kammer 33 und gibt die Fallöffnung 31c des Fallschachtes 30/31 frei, so daß die feuchteren Dickstoffpartikeln 5 aus dem Fallschacht 30/31 aus der Fallöffnung 31c nach unten 15 herausfallen können, z. B. auf ein nicht gezeigtes Förderband, wo sie weitertransportiert werden.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 11 ist am unteren Ende des Fallschachtes 30/31 eine Weiche in Form einer Klappe 36 angebracht, um die aus der Zentrifuge 10 (mit oder ohne angebauten Brenner 20) ausgeworfenen, gegebenenfalls noch feuchteren Dickstoffpartikeln entweder auf ein darunter positioniertes Förderband 100 auszutragen oder (in der mit durchgezogener Linie ange- 20 deuteten Stellung der Klappe 36) in einen Querstrom-Trockner 110 einzutragen. Der Trockner 110 besteht im dargestellten Beispielsfall aus einer quer zum Fallschacht 30/31 verlaufenden pneumatischen Strecke zur Führung von Trocknungsgas 6, das von einem nicht ge- 25 zeigten Heißgaserzeuger in Pfeilrichtung in die Rohrleitung geleitet wird. Im Bereich der Einmündung des Fallschachtes 30/31 ist die Rohrleitung verjüngt, um dort die Strömungsgeschwindigkeit des Trocknungsgases zu erhöhen. Die Umschaltvorrichtung (Klappe 36) ermöglicht dabei dieselben wahlweisen Betriebsarten wie bei 30 den Ausführungsformen nach Fig. 9 und 10. In der Be- triebssart "Nur-Entwässerung" erfolgt eine Schlammentwässerung ohne die erfundungsgemäßen Zusatzmaßnahmen. In der Betriebsart "Nachtrocknung" ermöglichen die erfundungsgemäßen Maßnahmen höhere Trok- 35 kensubstanz-Gehalte oder die Verarbeitung von jahreszeitlich besonders schwierig zu entwässernden Schlämmen.

Es versteht sich, daß bei den gezeigten Ausführungsformen ohne Brenner 20 anstelle einer Zentrifuge auch andere Schlammentwässerungsmaschinen, z. B. Kammerfilterpressen oder Siebbandpressen, eingesetzt werden können. Es versteht sich ferner, daß anstelle eines Brenners 20 zur Erwärmung der Zentrifugentrommel 11 auch eine elektromagnetische Wirbelstromerwärmung 40 der Zentrifugentrommel 11 bzw. des konischen Endabschnitts 11a oder ein elektrischer Strahler vorgesehen werden kann. Im Falle einer Wirbelstromerwärmung wird beispielsweise die Zentrifugentrommel 11 bzw. ihr Endabschnitt 11a mit einem zylinder- oder kegelstumpfförmigen Dauermagnetring umgeben, wobei durch die Rotation der Zentrifugentrommel 11 Wirbelströme innerhalb der aus Stahl bestehenden Trommel 11 induziert werden, die eine entsprechende Erwärmung der Trommel 11 bzw. des Trommelabschnitts 11a hervorru- 45 fen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Entwässern von Schlämmen aus Kläranlagen, bei dem der Schlamm in das Fliehkraftfeld einer Zentrifuge, insbesondere einer Vollmantel-Schneckenzentrifuge, eingetragen und als

Dickstoff mit einem Trockensubstanzgehalt im Bereich zwischen etwa 15 Gew.-% und etwa 35 Gew.-% aus der Zentrifuge abgeworfen wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlamm innerhalb der Zentrifuge in einem Bereich zwischen Eintragszone und Abwurfrzone von außen erwärmt wird, und daß die Schlammttemperatur und die mechanische Belastung der organischen Zellen des Schlamms innerhalb der Zentrifuge derart aufeinander abgestimmt werden, daß sich einerseits die Viskosität des in Feststoffkapillaren des Schlamms gespeicherten Kapillarwassers durch die Erwärmung verringert und andererseits die mit Zellwasser gefüllten organischen Zellen des erwärmten Schlamms noch geschlossen bleiben.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Schlammentwärmung die rotierende Trommel der Zentrifuge von außen mit einer offenen Flamme punkt- oder linienförmig erhitzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Schlammentwärmung die rotierende Zentrifugentrommel von außen mit einem Heißgas beaufschlagt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die rotierende Zentrifugentrommel ganz oder teilweise von einem feststehenden Gehäuse umgeben ist, durch welches das Heißgas hindurchgeleitet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die heißen Abgase der offenen Flamme bzw. das Heißgas tangential zur Zentrifugentrommel in deren Abwurfrzone eingedüst werden, um die abgeworfenen Dickstoffpartikeln nachzutrocknen.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die heißen Abgase der offenen Flamme bzw. das Heißgas auch in das Innere der Zentrifugentrommel geleitet werden, welche den Dickstoff vor und/oder bei seinem Abwurf umspülen und nachtrocknen.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß den heißen Abgasen der offenen Flamme bzw. dem Heißgas nach erfolgtem Hindurchtritt durch die Abwurfrzone kühleres Gas zugemischt wird, welches die Temperatur der ausgeworfenen, nachgetrockneten Dickstoffpartikeln im Sinne einer Verringerung der Verbrennungsgefahr reduziert.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, mit einer Schneckenzentrifuge, welche sich zu ihrer Abwurfrzone hin konisch verjüngt, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlammentwärmung im wesentlichen im Konusbereich der Zentrifuge erfolgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlamm vor seinem Eintrag in die Zentrifuge vorerwämt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß dem Schlamm vor seinem Eintrag in die Zentrifuge wasserabsorbierende Trocknungssubstanzen zugemischt werden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß dem Schlamm vor seinem Eintrag in die Zentrifuge drainagebegünstigende, flüssige oder feste Stoffe, z. B. CaO, Flugasche oder gemahlenes, aus Klärschlamm hergestelltes Trockengut, zugemischt werden.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11,

dadurch gekennzeichnet, daß dem abgeworfenen Dickstoff im Bereich der Abwurzone der Zentrifugentrommel trockenes Material zugemischt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der unter dem Druck des Fliehkraftfeldes stehende Dickstoff innerhalb der Zentrifugentrommel überkritisch erwärmt wird, derart, daß bei der Druckentspannung des Dickstoffs nach seinem Abwurf Kapillarwasser verdampft.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der von der Zentrifugentrommel abgeworfene Dickstoff unmittelbar nach der Abwurzone nachgetrocknet wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der in einen Fallschacht abgeworfene Dickstoff mit heißem Trocknungsgas im Gleichstrom oder im Gegenstrom beaufschlagt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das verbrauchte Trocknungsgas als Abluft aus dem Fallschacht abgesaugt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die abgesaugte Abluft entstaubt und gegebenenfalls zur weiteren Reinigung durch den Zentral-Flüssigkeitsabwurf der Zentrifuge hindurchgeleitet wird.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die aufbereitete Abluft aufgeheizt und als frisches Trocknungsgas in den Fallschacht eingeleitet wird.

19. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die aufbereitete Abluft dem Verbrennungsgas für die offene Flamme zugemischt wird.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß der nachgetrocknete Dickstoff am unteren Ende des Fallschachtes aufgestaut und entgegen seiner Fallrichtung von einem weiteren Trocknungsgas durchströmt wird.

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß das weitere Trocknungsgas im Kreislauf geführt und vor erneuter Einleitung in den aufgestauten Dickstoff gegebenenfalls aufbereitet sowie aufgeheizt wird.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß der nachgetrocknete Dickstoff am unteren Ende des Fallschachtes zerkleinert bzw. zermahlen und ausgetragen wird.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß Dickstoffansätze im Bereich des oberen Endes des Fallschachtes abgekratzt werden.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß Dickstoffansätze im oberen Teil des Fallschachtes durch elastische Bewegung desselben abgerüttelt werden.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß der nachgetrocknete Dickstoff aus dem Fallschacht ausgetragen und einer weiteren Trocknung unterzogen wird.

26. Verfahren zum Entwässern von Schlämmen aus Kläranlagen, bei dem der Schlamm in das Fliehkraftfeld einer Zentrifuge, insbesondere einer Vollmantel-Schneckenzentrifuge, eingetragen und als Dickstoff mit einem Trockensubstanzgehalt im Bereich zwischen etwa 15 Gew.-% und etwa 35 Gew.-% aus der Zentrifuge abgeworfen wird, dadurch gekennzeichnet, daß der von der Zentrifuge abgeworfene Dickstoff unmittelbar nach der Ab-

wurzone nachgetrocknet wird.

27. Verfahren nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß der in einen Fallschacht abgeworfene Dickstoff mit heißem Trocknungsgas im Gleichstrom oder im Gegenstrom beaufschlagt wird.

28. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß das verbrauchte Trocknungsgas als Abluft aus dem Fallschacht abgesaugt wird.

29. Verfahren nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß die abgesaugte Abluft entstaubt und gegebenenfalls zur weiteren Reinigung durch den Zentral-Flüssigkeitsabwurf der Zentrifuge hindurchgeleitet wird.

30. Verfahren nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß die aufbereitete Abluft aufgeheizt und als frisches Trocknungsgas in den Fallschacht eingeleitet wird.

31. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß der nachgetrocknete Dickstoff am unteren Ende des Fallschachtes aufgestaut und entgegen der Fallrichtung von einem weiteren Trocknungsgas durchströmt wird.

32. Verfahren nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß das weitere Trocknungsgas im Kreislauf geführt und vor erneuter Einleitung in den aufgestauten Dickstoff gegebenenfalls aufbereitet sowie aufgeheizt wird.

33. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß der nachgetrocknete Dickstoff am unteren Ende des Fallschachtes zerkleinert bzw. zermahlen und ausgetragen wird.

34. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 bis 33, dadurch gekennzeichnet, daß Dickstoffansätze im Bereich des oberen Endes des Fallschachtes abgekratzt werden.

35. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 bis 33, dadurch gekennzeichnet, daß Dickstoffansätze im oberen Teil des Fallschachtes durch elastische Bewegung desselben abgerüttelt werden.

36. Verfahren nach einem der Ansprüche 26 bis 35, dadurch gekennzeichnet, daß der nachgetrocknete Dickstoff aus dem Fallschacht ausgetragen und einer weiteren Trocknung unterzogen wird.

37. Verfahren nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, daß für die weitere Trocknung benutzte Trocknungsgas eine höhere Temperatur aufweist als das zur Vortrocknung im Fallschacht verwendete Trocknungsgas.

38. Vorrichtung zum Entwässern von Schlämmen aus Kläranlagen, mit einer Zentrifuge (10), beispielsweise einer Vollmantel-Schneckenzentrifuge, an deren Eintragszone (14) der Schlamm (1) aufgegeben und an deren Abwurzone (15) Dickstoff (3) mit einem Trockensubstanzgehalt im Bereich zwischen etwa 15 Gew.-% und etwa 35 Gew.-% abgeworfen werden, gekennzeichnet durch eine Einrichtung (20, 20a, 21) zum Erwärmen des weitgehend vorentwässerten Schlamms (2) oder Dickstoffs (3) innerhalb der Zentrifuge (10).

39. Vorrichtung nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, daß als Erwärmungseinrichtung ein elektrischer Strahler vorgesehen ist.

40. Vorrichtung nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, daß als Erwärmungseinrichtung ein elektrischer Wirbelstromgenerator vorgesehen ist, dessen Magnetfeldinduktor zumindest einen Abschnitt der Zentrifugentrommel (11) umgibt und dessen Kurzschlußläufer durch die Zentrifugen-

trommel (11) oder durch einen Abschnitt (11a) der selben gebildet werden.

41. Vorrichtung nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, daß die Erwärmungseinrichtung (20a, 21) ein feststehendes, die rotierenden Trommel (11) der Zentrifuge (10) teilweise umgebendes Gehäuse (21) sowie einen Heißgaserzeuger (20a) umfaßt, dessen Heißgas durch das feststehende Gehäuse (22) hindurchgeleitet wird.

42. Vorrichtung nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, daß die Erwärmungseinrichtung (20, 21) ein feststehendes, die rotierende Trommel (11) der Zentrifuge (10) teilweise umgebendes Gehäuse (21) sowie einen Gas- oder Ölabbrenner (20) umfaßt, welcher mit seiner Flamme punkt- oder linienförmig von außen gegen die rotierende Zentrifugentrommel (11) gerichtet ist.

43. Vorrichtung nach Anspruch 42, dadurch gekennzeichnet, daß der Brenner (20) an der Unterseite des feststehenden Gehäuses (21) befestigt ist.

44. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 41 bis 43, dadurch gekennzeichnet, daß das feststehende Gehäuse (21) einen bezüglich der Abwurftzone (15) der Zentrifuge (10) tangential gerichteten Ringspalt (22) aufweist, durch welchen die heißen Abgase der Brennerflamme bzw. das Heißgas tangential zur Zentrifugentrommel (11) in die Abwurftzone (15) eingedüst werden.

45. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 41 bis 44, dadurch gekennzeichnet, daß der erwärmede Abschnitt (11a) der Zentrifugentrommel (11) gegenüber dem restlichen Trommelschnitt wärmeisoliert ist.

46. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 38 bis 45, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb der Zentrifuge (10) Stauselemente (12a) für den Dickstoff vorgesehen sind, welche so ausgebildet sind, daß der Dickstoff zwischen dem erwärmeden Abschnitt (11a) der Zentrifugentrommel (11) und dem Kern der kühleren, rotierenden Schnecke (12) der Zentrifuge (10) stetig umgewälzt wird.

47. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 38 bis 46, dadurch gekennzeichnet, daß Kühlseinrichtungen für die Lager und die tragenden Bauteile der Zentrifuge (10) vorgesehen sind.

48. Vorrichtung zum Entwässern von Schlamm aus Kläranlagen, mit einer Zentrifuge (10), beispielsweise einer Vollmantel-Schnecken-Zentrifuge, an deren Eintragszone (14) der Schlamm (1) aufgegeben und an deren Abwurftzone (15) Dickstoff (3) mit einem Trockensubstanzgehalt im Bereich zwischen etwa 15 Gew.-% und etwa 35 Gew.-% abgeworfen werden, insbesondere nach einem der Ansprüche 35 bis 42, und mit einem Fallschacht (30, 31, 40, 71), welcher die Abwurftzone (15) der Zentrifuge (10) umschließt, dadurch gekennzeichnet, daß der Fallschacht (30, 31, 40, 71) mit einem Heißgaserzeuger (70; 80) verbunden ist, welcher heißes Trocknungsgas (6) im Gegenstrom oder Gleichstrom zu der Fallrichtung der Dickstoffpartikeln (3a) in den Fallschacht (30, 31, 40, 74) einleitet.

49. Vorrichtung nach Anspruch 48, gekennzeichnet durch eine Umschalteinrichtung (36; 39, 39d) zur wahlweisen Aktivierung der Schlammerwärmungseinrichtung (20, 20a, 21) und/oder des Heißgaserzeugers (70, 80).

50. Vorrichtung nach Anspruch 48 oder 49, dadurch gekennzeichnet, daß der Fallschacht (30, 31, 40, 71)

an eine Saugleitung (35; 45; 73) für staubbeladenes Abgas (7) aus dem Fallschacht (30, 31, 40, 71) angeschlossen ist.

51. Vorrichtung nach Anspruch 50, dadurch gekennzeichnet, daß der Heißgaserzeuger (70) und die Saugleitung (73) in einem geschlossenen oder teilweise geschlossenen Kreislauf angeordnet sind (Fig. 8).

52. Vorrichtung nach Anspruch 48 oder 49, dadurch gekennzeichnet, daß der Fallschacht (30, 31, 40) an eine Saugleitung (35a; 46, 47; 56) für abgasbeladene, nachgetrocknete Dickstoffpartikeln (5) aus dem Fallschacht (30, 31, 40, 50) angeschlossen ist.

53. Vorrichtung nach Anspruch 48 oder 52, dadurch gekennzeichnet, daß der Fallschacht (30, 31) an seinem unteren Ende (32) verjüngt ausgebildet ist und in eine an den Fallschacht (30, 31) angrenzende Kammer (33) mündet, welche an ihrer Oberseite an die Saugleitung (35a) für abgasbeladene, nachgetrocknete Dickstoffpartikeln (5) angeschlossen (Fig. 2).

54. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 48 bis 52, dadurch gekennzeichnet, daß am unteren Ende des Fallschachtes (30, 31, 40) eine Zerkleinerungs- oder Mahlvorrichtung (37; 42; 50) für die Dickstoffpartikeln (3a) angeordnet ist.

55. Vorrichtung nach Anspruch 54, dadurch gekennzeichnet, daß das Trocknungsgas (6) im Gegenstrom durch die Mahlvorrichtung (50) hindurch in den Fallschacht (30, 31) geleitet wird, und daß der Fallschacht (30, 31) oberhalb der Mahlvorrichtung (50) mit der Saugleitung (52) für die abgasbeladenen, nachgetrockneten Dickstoffpartikel (5) verbunden ist (Fig. 5).

56. Vorrichtung nach Anspruch 49 oder 50, dadurch gekennzeichnet, daß am unteren Ende des Fallschachtes (30, 31, 71) eine Zellenradschleuse (38; 72) angeordnet ist, und daß der Fallschacht (30, 31, 71) oberhalb der Zellenradschleuse (38; 72) mit der Saugleitung (35; 73) für das staubbeladene Abgas (7) verbunden ist.

57. Vorrichtung nach einem der Anspruch 48, 49 oder 56, dadurch gekennzeichnet, daß am unteren Ende des Fallschachtes (30, 31) eine Förderschnecke (39) angeordnet ist (Fig. 9 und 10).

58. Vorrichtung nach Anspruch 57, dadurch gekennzeichnet, daß der Fallschacht (30, 31) oberhalb der Förderschnecke (39) eine Saugleitung (35) für staubbeladenes Abgas (7) aufweist, und daß die Förderschnecke (39) in beiden Drehrichtungen antreibbar ist, wobei an das eine Förderende (39b) der Förderschnecke (39) ein mit einer Klappe (39d) verschließbarer Austragstutzen (39c) zum wahlweisen Austrag von nassen Dickstoffpartikeln (5) und an das andere Förderende (39a) der Förderschnecke (39) eine Zellenradschleuse (38) zum wahlweisen Austrag von getrockneten Dickstoffpartikeln (8) bei geschlossener Klappe (39d) angeschlossen ist (Fig. 9).

59. Vorrichtung nach Anspruch 57, dadurch gekennzeichnet, daß der Fallschacht (30, 31) eine Fallöffnung (31c) und eine seitliche Austragsöffnung (34) aufweist, deren Durchgängigkeit von einer in dem Fallschacht (30, 31) angeordneten Weiche (36) steuerbar ist, und daß die seitliche Austragsöffnung (34) in eine an den Fallschacht (30, 31) angrenzende Kammer (33) mündet, an deren Boden eine Förderschnecke (39) angeordnet ist und deren oberer Be-

reich eine Saugleitung (35) für staubbeladenes Abgas (7) aufweist, wobei an das fördersetige Ende (39a) der Förderschnecke (39) eine Zellenradschleuse (38) zum Austrag von im wesentlichen abgasfreien Dickstoffpartikeln (8) angeschlossen ist 5 (Fig. 10).

60. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 48, 49, 50, 56 bis 59, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentratabwurfzone (18) der Zentrifuge (10) als Gas-Wascheinrichtung vorgesehen ist. 10

61. Vorrichtung nach Anspruch 60, dadurch gekennzeichnet, daß in der Zentratabwurfzone (18) der Zentrifuge (10) Kontakt-Füllkörper für den Gas-Flüssigkeitsaustausch vorgesehen sind. 15

62. Vorrichtung nach Anspruch 61, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentratabwurfzone (18) mit einem Staubabscheider (60) für staubbeladenes Abgas aus dem Fallschacht (30, 31, 40) in Verbindung steht. 15

63. Vorrichtung nach Anspruch 61, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentratabwurfzone (18) über eine Brüdenleitung (76) mit dem Fallschacht (30, 31, 71) in Verbindung steht (Fig. 8). 20

64. Anlage zum Trocknen von Schlämmen aus Kläranlagen, mit einer Entwässerungsvorrichtung und einem oder mehreren nachgeordneten Kurz- und/oder Langzeittrocknern, dadurch gekennzeichnet, daß als Entwässerungsvorrichtung eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 48 bis 65 vorgesehen ist. 25

30

Hierzu 11 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

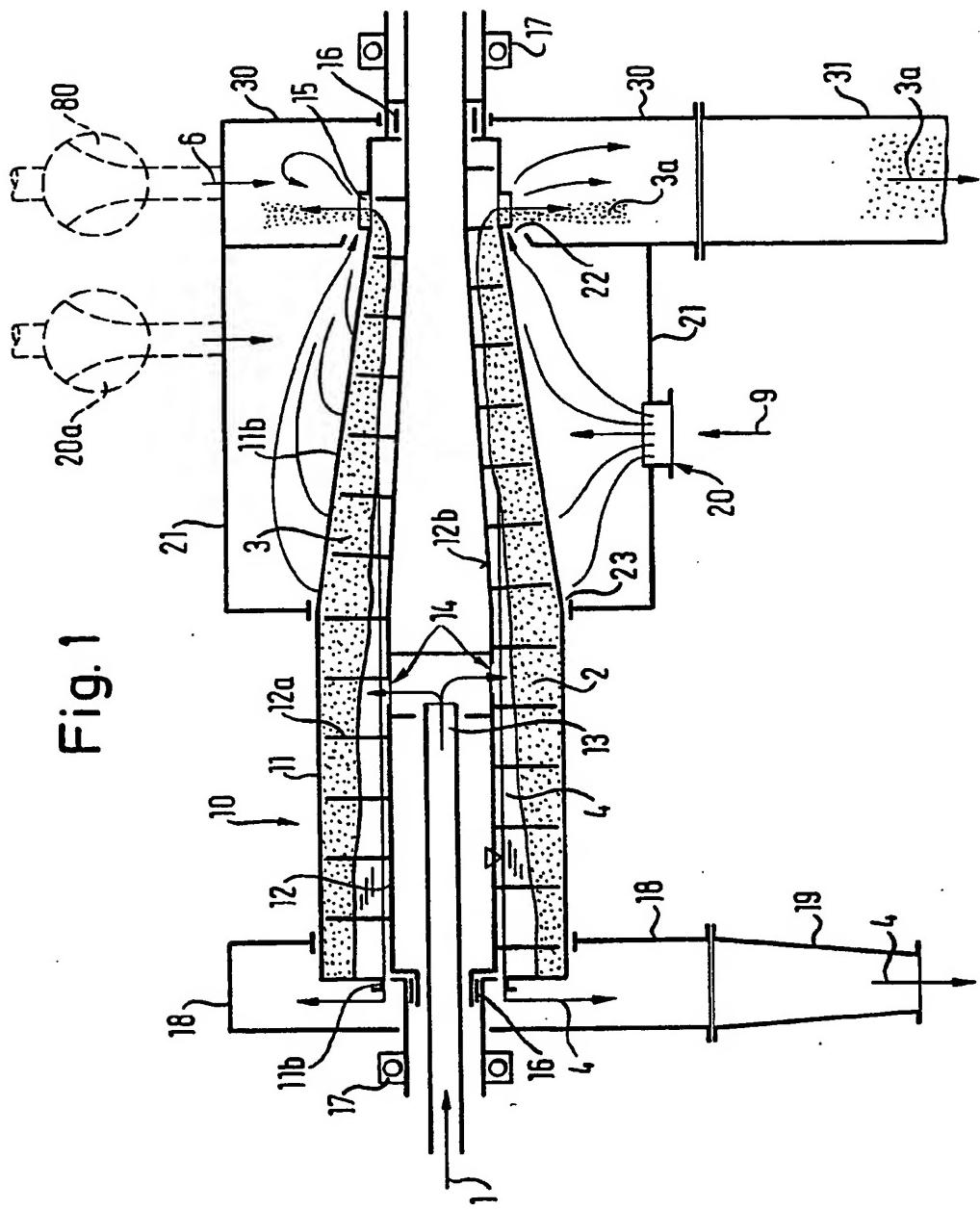
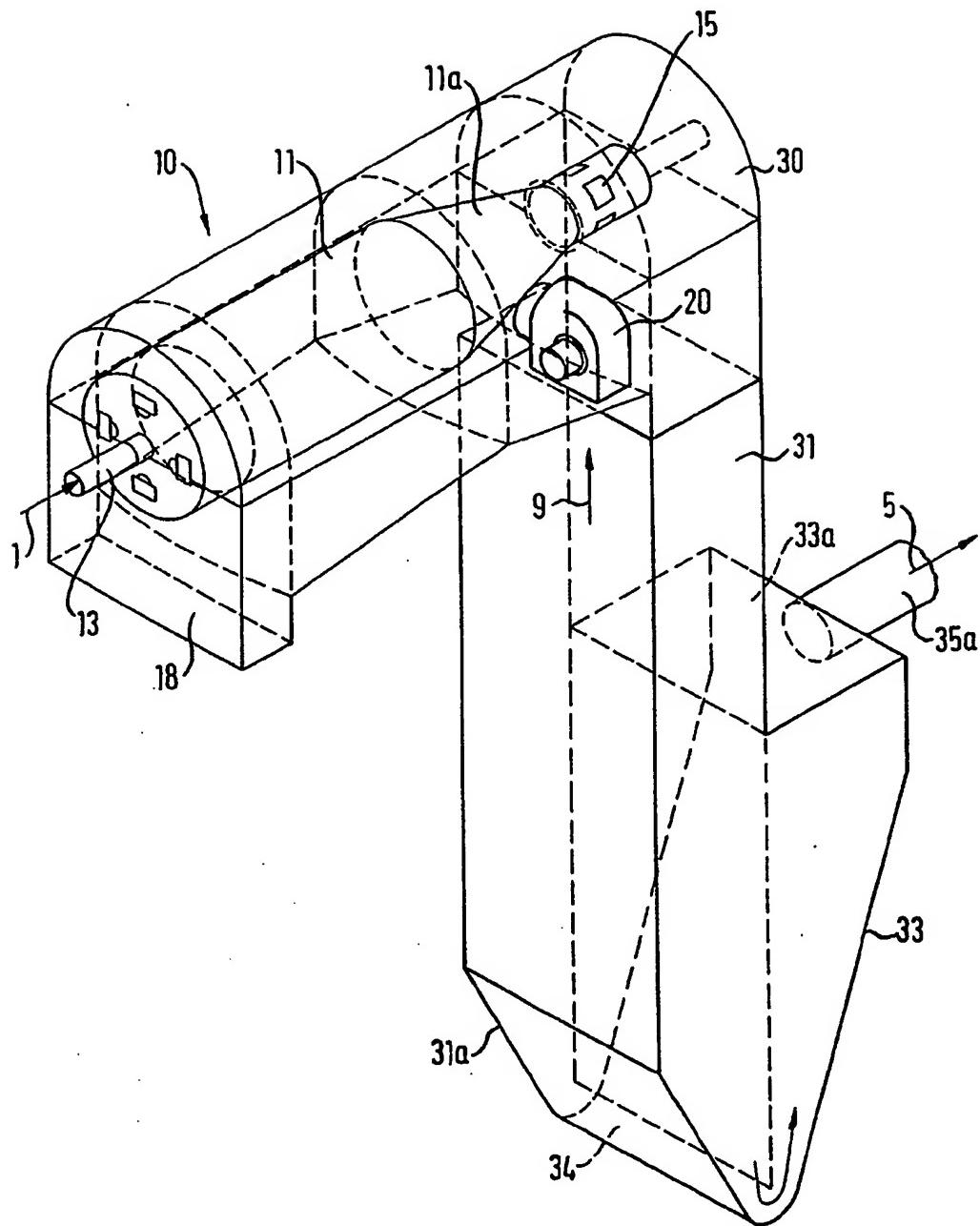
Fig. 1

Fig. 2



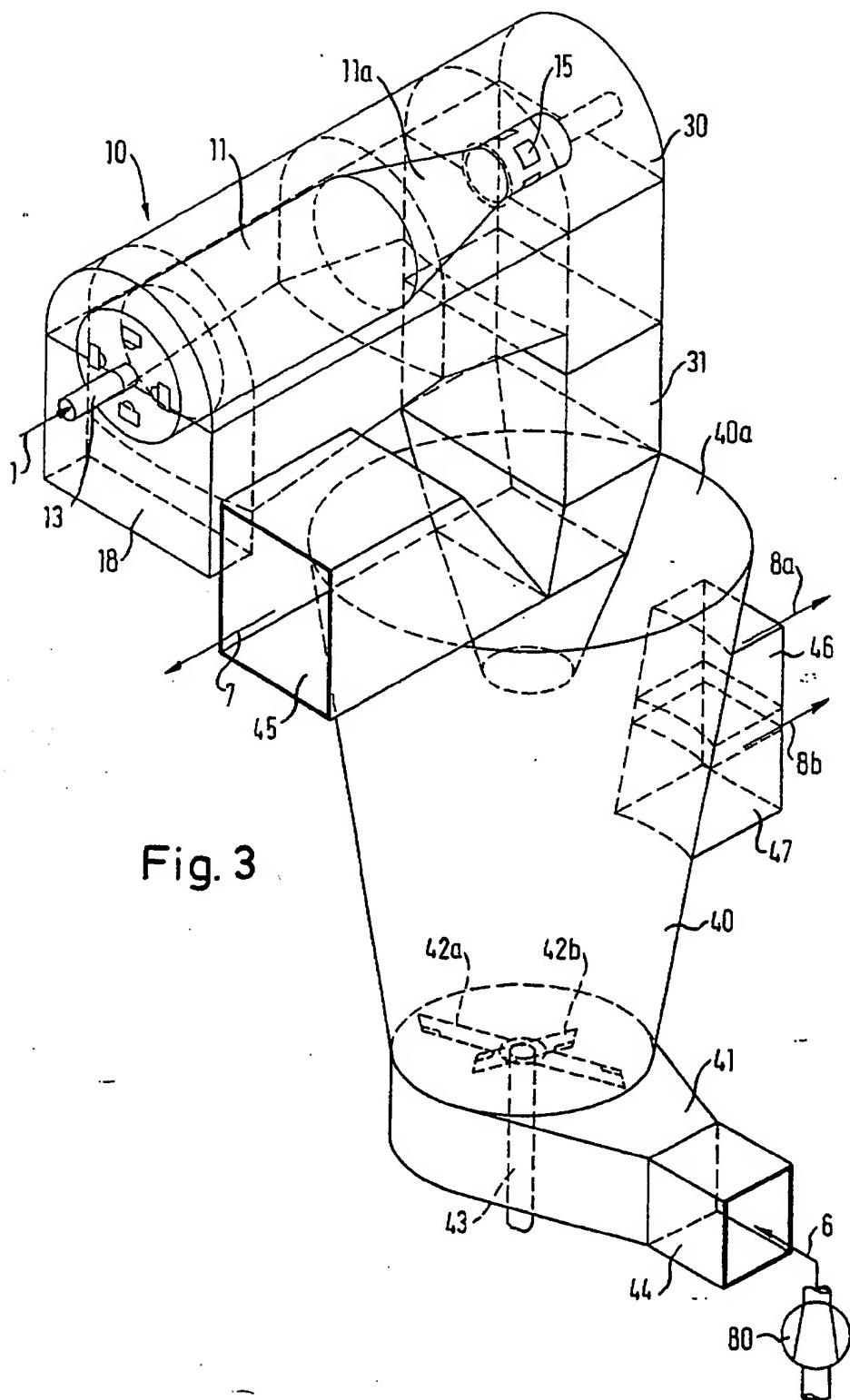
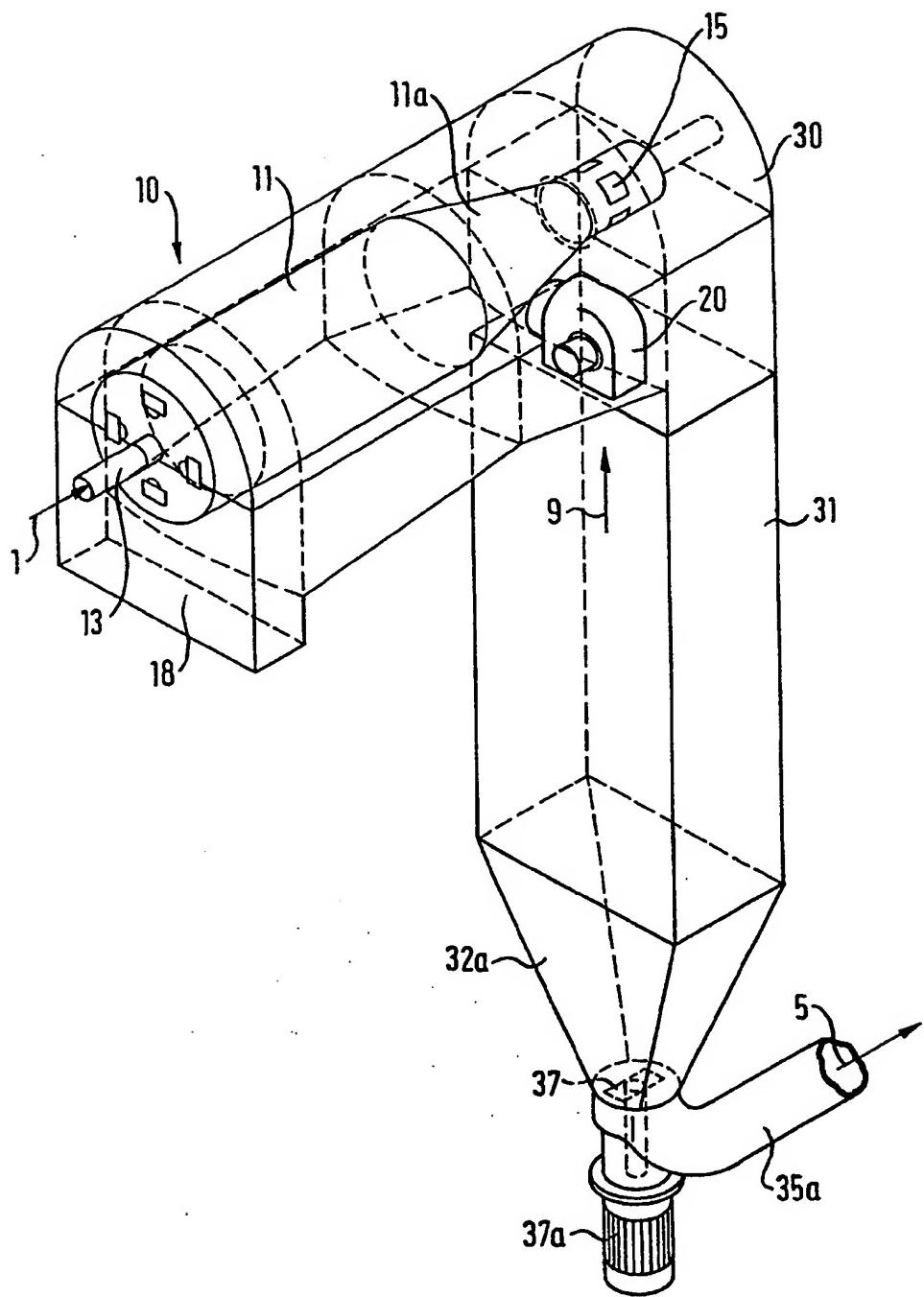


Fig. 4



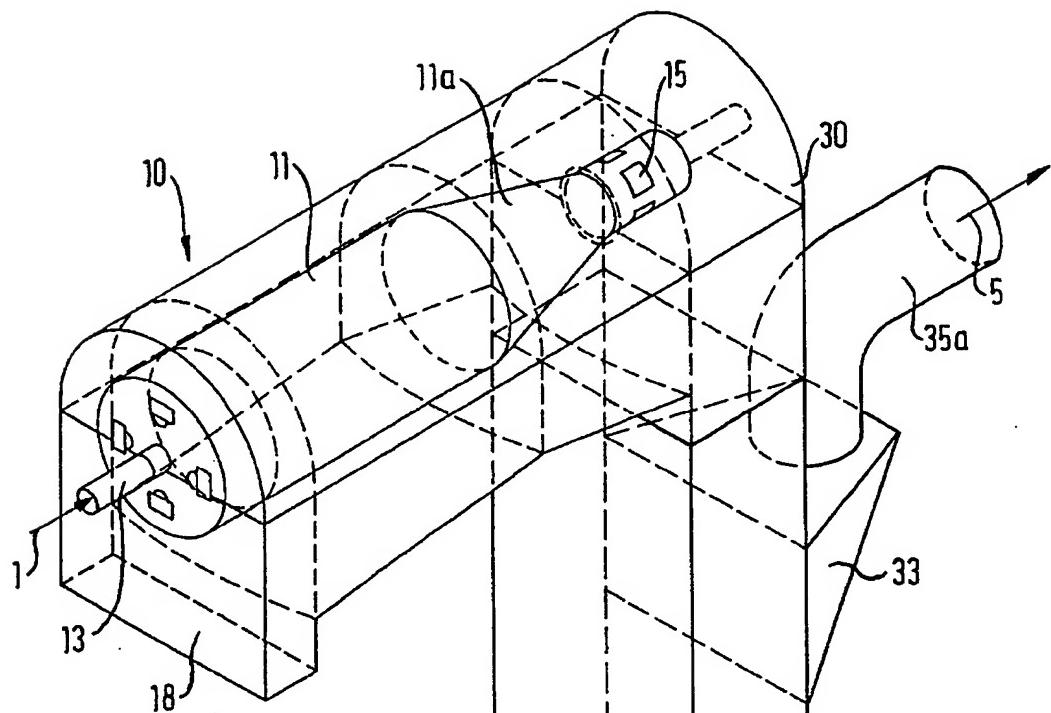


Fig. 5

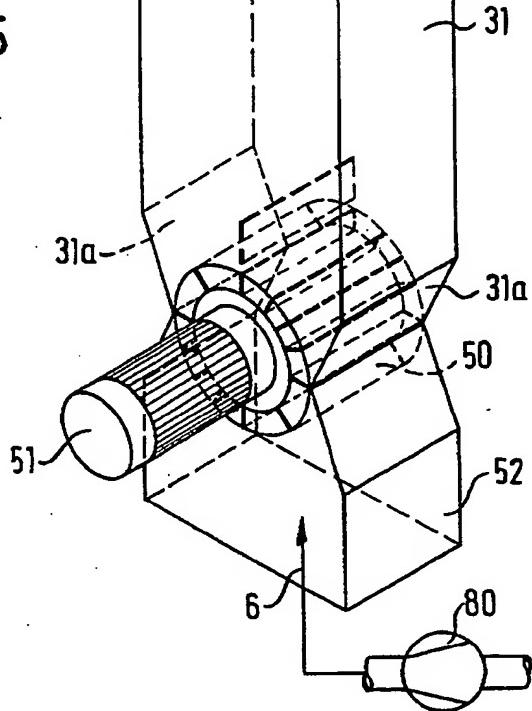


Fig. 6

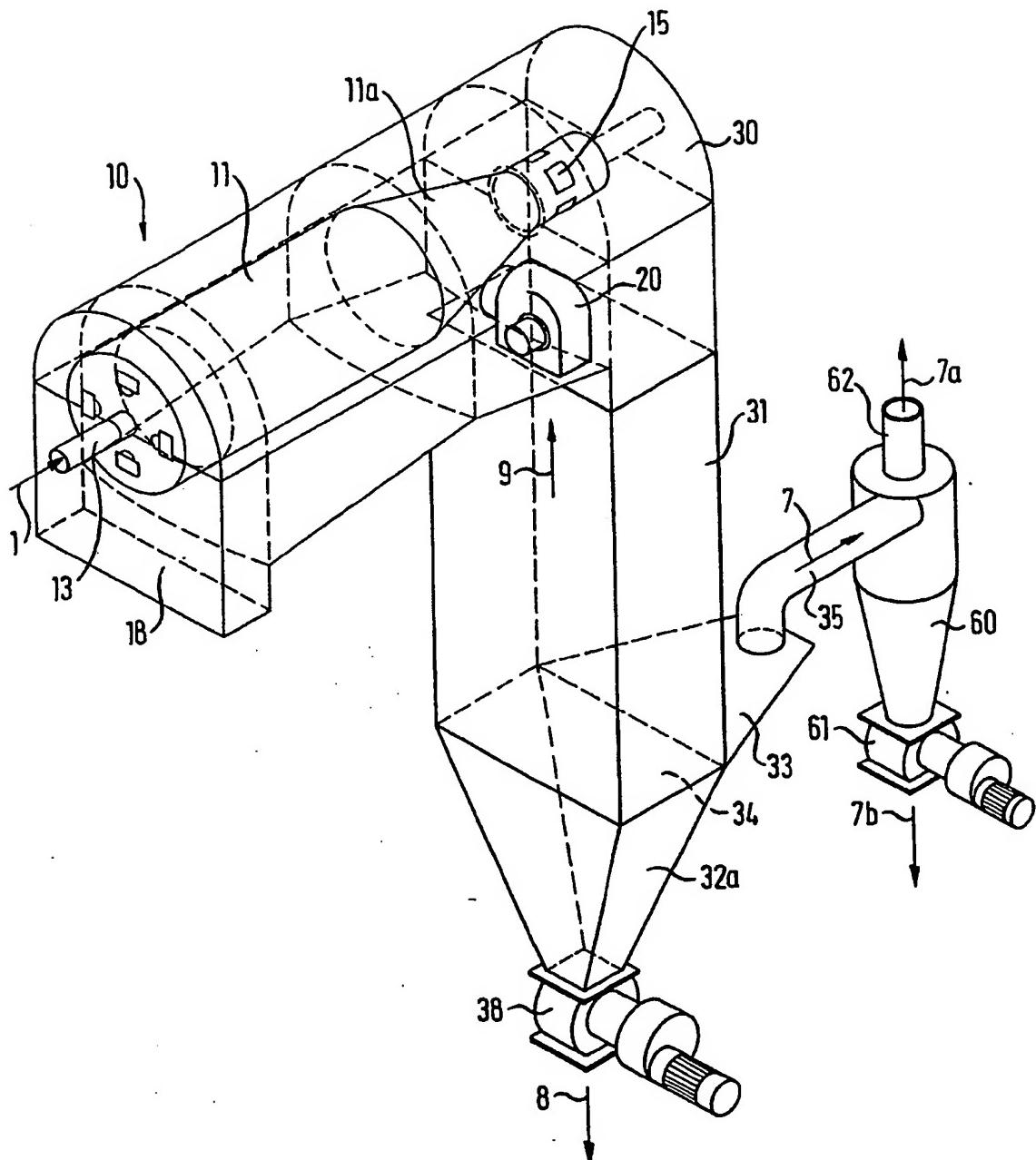


Fig. 7

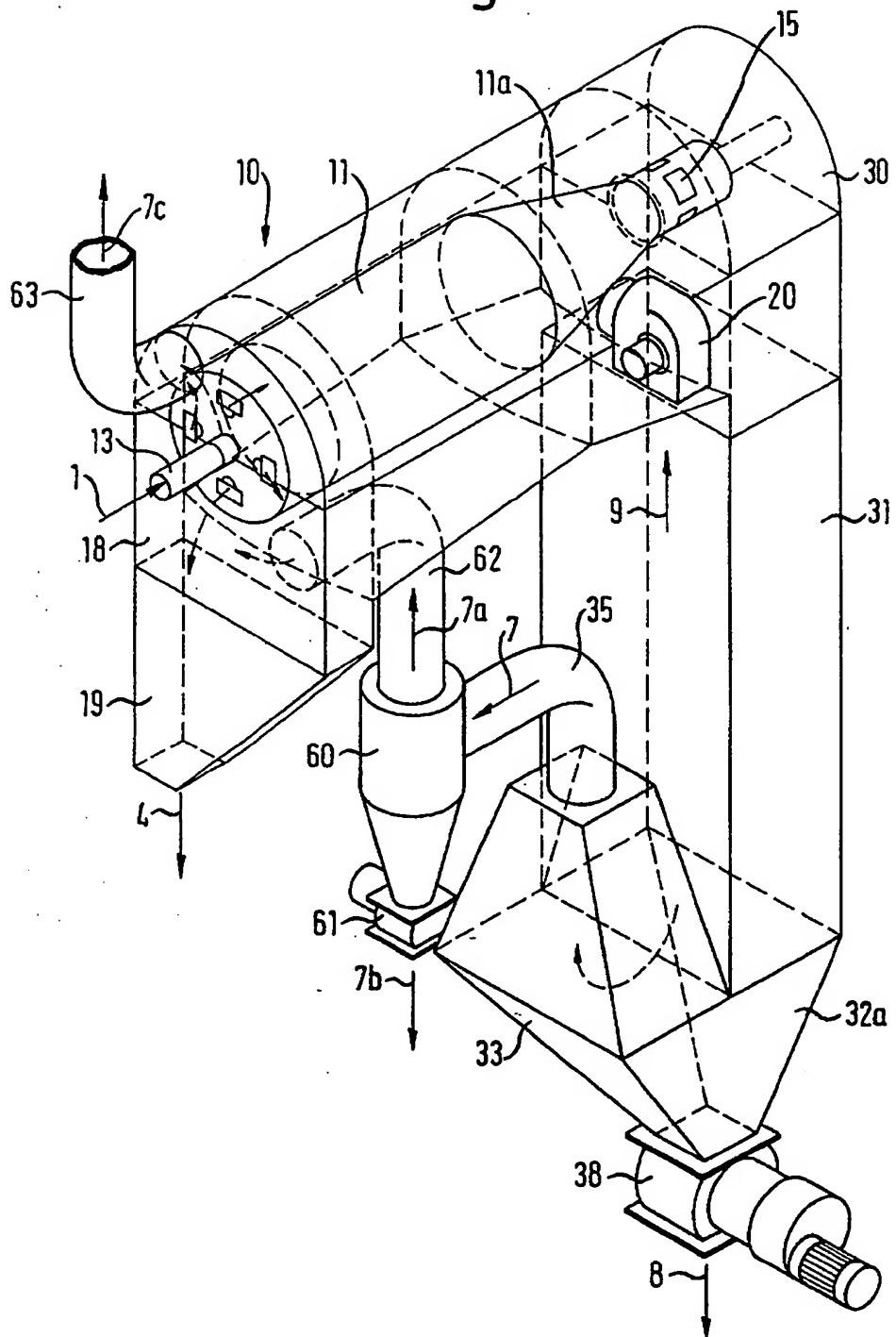


Fig. 8

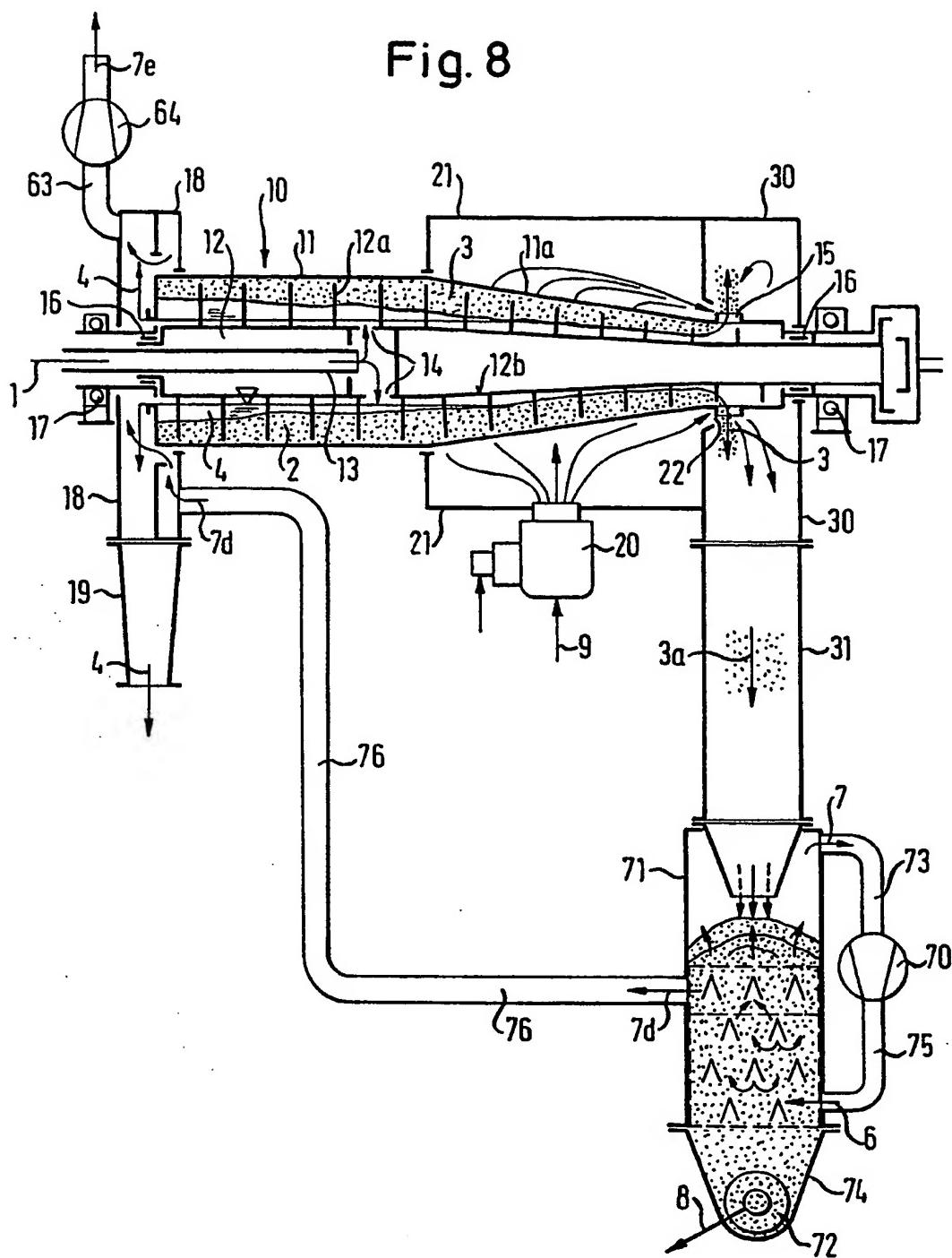


Fig. 9

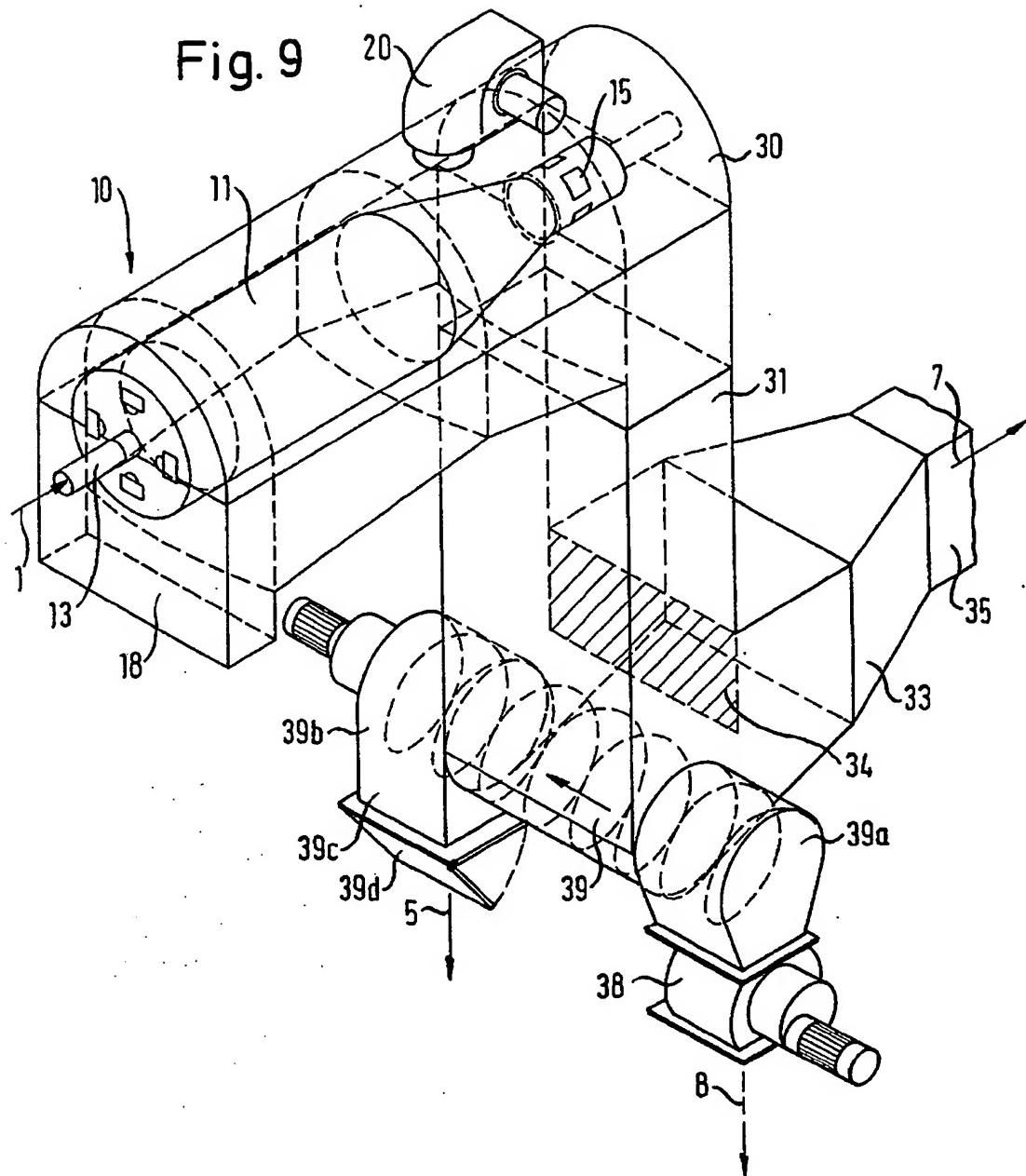


Fig. 10

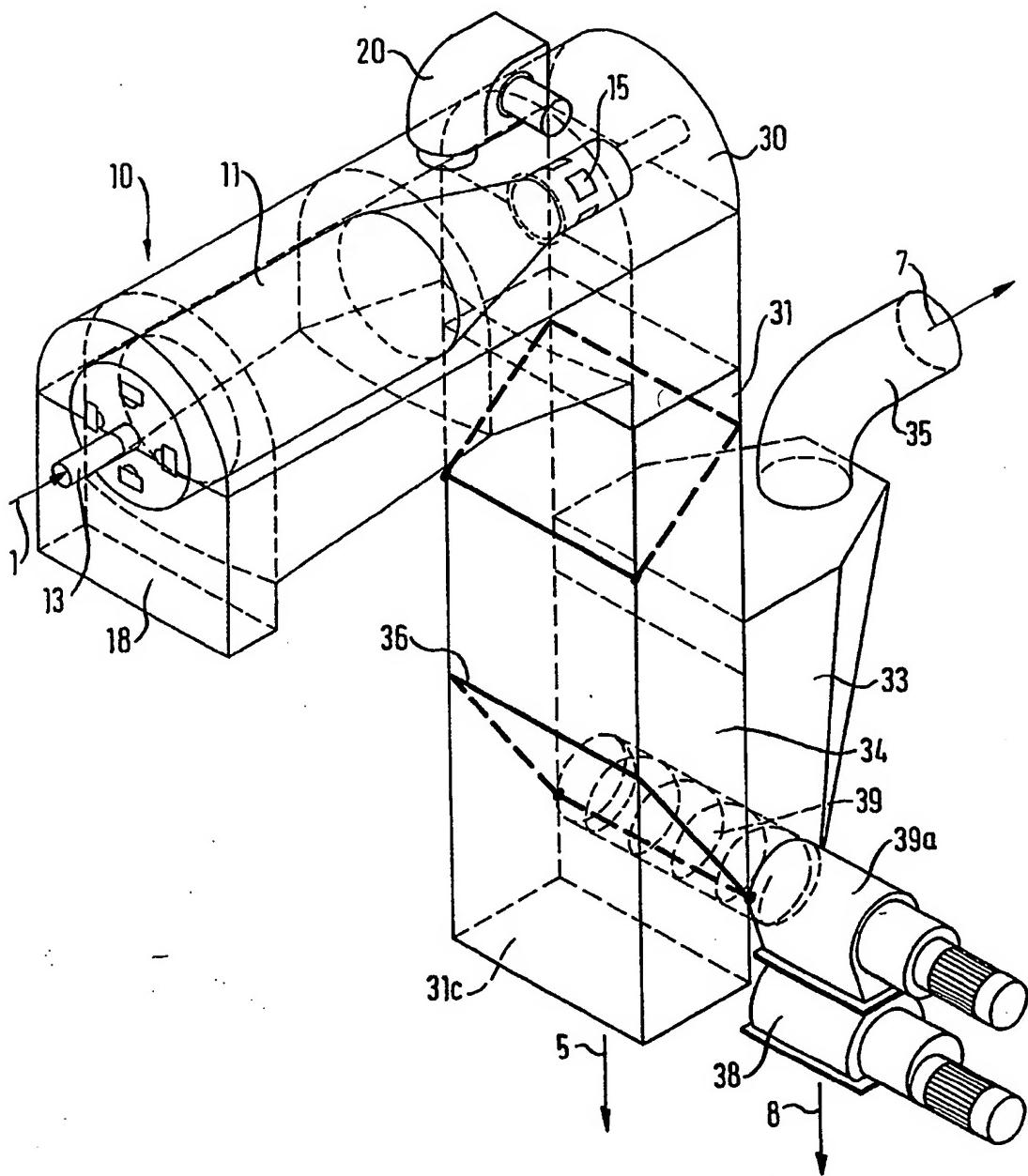


Fig. 11

